



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL

**Remoción de plomo y zinc en aguas contaminadas utilizando
zeolitas: Una revisión sistemática y metaanálisis**

**TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO
AMBIENTAL**

AUTORES:

Lale Pérez, Elí Francisco (ORCID: 0000-0002-7635-7837)
Poma Osorio, Meyda María (ORCID: 0000-0001-5183-381X)

ASESOR:

Dr. Castañeda Olivera, Carlos Alberto (ORCID: 0000-0002-8683-5054)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Calidad y Gestión de los Recursos Naturales

LIMA – PERÚ

2020

Dedicatoria

Dedicado a nuestros padres quienes han sido clave en el proceso de nuestra formación, a nuestros docentes que a lo largo de nuestra carrera siempre han estado prestos a ayudarnos en nuestro desarrollo profesional, forjando en nosotros ese espíritu de superación y sobre todo las ganas de salir adelante. A nuestros amigos, familiares, amigos y a todas aquellas personas que fueron parte de nuestra vida y ya no están.

Agradecimiento

A Dios, por las fuerzas que nos da para seguir avanzando por la vida y por darnos la fortaleza para afrontar las dificultades suscitadas en el trayecto. A nuestros padres quienes depositaron su confianza en nosotros. A nuestro asesor, el Dr. Carlos Alberto Castañeda Olivera, quién con su profesionalismo, dedicación y sobre todo paciencia, fue el que nos brindó los aportes esenciales, además de motivación, a nuestros familiares, amigos y compañeros.

Índice de contenido

Índice de Tablas	v
Índice de Figuras	vi
RESUMEN	vii
ABSTRACT	viii
I. INTRODUCCIÓN	9
I. MARCO TEÓRICO	13
III. METODOLOGÍA	20
3.1. Tipo y diseño de la Investigación	20
3.2. Variables y Operacionalización	21
3.3. Población, muestra y muestreo	21
3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos	22
3.5. Procedimiento	23
3.6. Análisis de datos	27
3.7. Aspectos éticos	27
IV. RESULTADOS	29
V. DISCUSIÓN	56
VI. CONCLUSIONES	61
VII. RECOMENDACIONES	62
REFERENCIAS	61
ANEXOS	70

Índice de Tablas

Tabla 1.Principales tipos de zeolita (Curi et al. 2006)	14
Tabla 2. Cadenas de búsqueda	25
Tabla 3. Características de los estudios incluidos en la revisión para la remoción de plomo (Pb)	32
Tabla 4. Características de los estudios incluidos en la revisión para la remoción de zinc (Zn).....	38
Tabla 5. Activación de la zeolita en los estudios incluidos para la remoción de plomo (Pb)	42
Tabla 6. Activación de la zeolita en los estudios incluidos para la remoción de Zinc (Zn)	43
Tabla 7. Calidad metodológica de los estudios incluidos para la remoción de plomo (Pb)	44
Tabla 8. Calidad metodológica de los estudios incluidos para la remoción de zinc (Zn).....	45
Tabla 9. Condiciones operacionales del proceso de adsorción de plomo (Pb).....	47
Tabla 10. Condiciones operacionales del proceso de adsorción de zinc (Zn)	49

Índice de Figuras

Figura 1. Términos básicos de adsorción (Worch, 2012)	13
Figura 2. Diagrama de flujo del procedimiento de la revisión sistemática.	23
Figura 3. Proceso de obtención de las investigaciones incluidas en el metaanálisis.....	29
Figura 4. Proceso de Adsorción en los estudios incluidos	31
Figura 5. Metaanálisis de las concentraciones iniciales y finales de los estudios incluidos para la remoción de plomo (Pb)	51
Figura 6. Metaanálisis de las concentraciones iniciales y finales de los estudios incluidos para la remoción de zinc (Zn)	53
Figura 7. Porcentajes de remoción de plomo (Pb) según los estudios incluidos	54
Figura 8. Porcentajes de remoción de zinc (Zn) según los estudios incluidos	55

Resumen

La presente investigación tuvo como objetivo evaluar mediante revisión sistemática y metaanálisis la eficiencia de la aplicación de la zeolita en la remoción de plomo y zinc en aguas contaminadas. Esta investigación fue de enfoque cuantitativo, de tipo aplicada, con un diseño no experimental y de nivel descriptivo. La búsqueda de información se hizo en las bases de datos de Web of Science y Scopus, estableciendo un periodo de tiempo específico, desde enero de 2010 a diciembre de 2020, y los criterios de inclusión y exclusión fueron establecidos usando la estrategia PICO (population, intervention, comparison, outcome). Asimismo, se utilizó la matriz de Newcastle-Ottawa para evaluar la calidad metodológica de los estudios incluidos. Los resultados mostraron que las zeolitas tienen una alta eficiencia de remoción del plomo y zinc que llega hasta el 100% en condiciones óptimas, siendo la zeolita tipo clinoptilolita la más usada. Las condiciones operacionales identificadas por los autores de los estudios incluidos fueron: el pH, la dosis del adsorbente y el tiempo de contacto. Finalmente, se concluye que las zeolitas son altamente eficientes en la remoción de plomo y zinc en aguas contaminadas debido a que presentan gran capacidad de adsorción e intercambio iónico.

Palabras claves: Revisión sistemática, metaanálisis, zeolita, zinc, adsorción, plomo, aguas residuales, efluentes.

Abstract

The aim of this research was to evaluate, through systematic review and meta-analysis, the efficiency of zeolite application in lead and zinc removal from contaminated waters. This research was of quantitative approach, of applied type, with a non-experimental design and of descriptive level. The search for information was made in Web of Science and Scopus, establishing a specific time period (2010-2020), the inclusion and exclusion criteria were established using the PICO strategy (population, intervention, comparison, outcome), also the Newcastle-Ottawa matrix was used to evaluate the methodological quality of the included studies. The results of the present investigation showed that zeolites have a high efficiency of lead and zinc removal that reaches up to 100% in optimal conditions, being clinoptilolite the most used type of zeolite. The operational conditions identified by the authors of the included studies were: pH, dose of the adsorbent and contact time. Finally, it is concluded that zeolites are highly efficient in the removal of lead and zinc in polluted waters due to their high adsorption and ion exchange capacity.

Keywords: Systematic review, meta-analysis, zeolite, zinc, adsorption, lead, wastewater, effluents.

I. INTRODUCCIÓN

Uno de los principales antagonistas en el siglo XXI es la contaminación ambiental, la cual se ve influenciada por una serie de factores, uno de estos factores son las acciones humanas que causan severos problemas sobre el ambiente. La disminución de la calidad de los recursos (suelos, aire y agua) se ha incrementado aceleradamente (Chen et al., 2013). Específicamente, la polución del agua generada por metales pesados, afecta gravemente la salud pública y la seguridad alimentaria (Reyes et al., 2016).

Según la FAO (2018), alrededor de 110 millones de minas y otros tipos de explosivos sin estallar estarían dispersos por 64 naciones, los cuales tienen consecuencias graves para los agricultores y pueden llegar a liberar metales pesados al estar en contacto con el ambiente. Asimismo, la FAO indica que, en China, el 19% de la tierra cultivable tiene presencia de metales pesados, que por distintos procesos hidrometeorológicos podrían estar llegando a fuentes de agua, contaminando así este vital recurso.

El recurso hídrico es uno de los más importantes en el mundo y de este dependen miles de vidas humanas, asimismo la Asamblea General de las Naciones Unidas en la resolución 64/292 aprobada en el 2010, estableció que el agua y el saneamiento son derechos básicos para la vida y la salud, y fundamentales para la dignidad de toda persona, es por ello que la presencia de cualquier agente contaminante implica una agravante preocupación.

Los efectos nocivos sobre las personas y el ambiente son cada vez más graves, muchos países latinoamericanos con su abundancia y vasta riqueza minera están sintiendo las consecuencias de esta actividad. Países como Colombia los reportes de metales pesados asociados a diversos sectores (industria, producción agrícola y minería) son frecuentes, este no es el único ejemplo, en otros países como México y Chile también se han reportado la presencia de metales en animales marinos (Londoño, Londoño y Muñoz , 2016).

Nuestro país no es ajeno a estos acontecimientos, ya que las actividades económicas como la industria, minería y la agricultura son las principales causantes de la contaminación de los recurso hídricos en el Perú (Jara et al., 2017). Entre las

ciudades más críticas por contaminación de metales pesados en el agua son: Cerro de Pasco con el plomo, cadmio y arsénico; Madre de Dios con el mercurio; La Oroya con el cobre, plomo y zinc (Villena, 2006; Cederstav y Barandiarán, 2002). Asimismo, diversos muestreos de los afluentes del Lago Titicaca en Puno, realizados por la ONG Codenet (Red Andina de Desarrollo y Corresponsabilidad) confirman la presencia de arsénico, boro, hierro, manganeso, aluminio, plomo, zinc y coliformes fecales con valores por encima de los estándares de salubridad establecidos en el Minitero del Ambiente.

En el ámbito local, Lima tiene como principal suministrador hídrico al río Rímac, esta cuenca presenta graves problemas respecto a la calidad de su recurso (Carranza, 2010). SEDAPAL, una de las autoridades competentes en la cuenca del río Rímac, que está encargado del tratamiento y abastecimiento de agua en la capital, reportó en el año 2018 un incremento de 33,3%, en relación al año anterior, en la concentración de plomo en su planta de tratamiento (Juarez, 2012; Castillo, Salas y Alcantara, 2018).

Las personas y los animales pueden estar expuestos a los metales pesados cuando están en contacto con el ambiente, al ingerir alimentos o agua contaminada, esto puede provocar múltiples intoxicaciones causando daños irreparables y conducir a efectos nocivos con el tiempo (Walter Satiro Junior, José Luiz Veira, 2018). Ante tal efecto, es importante desarrollar y utilizar métodos para eliminar metales pesados en los efluentes antes de verterlos en la superficie aguas (Fernández et al., 2018).

Por ello, en esta investigación se plantea evaluar la eficiencia de la zeolita para la remoción de metales pesados (plomo y mercurio), presentes en aguas residuales, realizando una revisión sistemática en dónde se involucrará un plan detallado y una estrategia de búsqueda, evaluando y sintetizando los estudios más relevantes sobre el tema planteado, además esta incluirá un metaanálisis en dónde se usan métodos estadísticos para sintetizar la data obtenida de los diferentes estudios (Uman, 2011; Petticrew y Roberts, 2006)

En la presente investigación se planteó el siguiente problema general: ¿Cuál es la eficiencia de la aplicación de la zeolita en la remoción de aguas residuales contaminadas por plomo y zinc? y como problemas específicos se plantearon las

siguientes interrogantes: ¿Cuál es el porcentaje de remoción utilizando la zeolita en aguas contaminadas?, ¿Cuáles son las mejores condiciones operacionales (pH, dosis del adsorbente y tiempo de remoción) en el proceso de remoción del plomo y zinc en aguas contaminadas aplicando la zeolita?, ¿qué tipo de zeolita son más eficientes para remover zinc y plomo en aguas contaminadas? y ¿Cuál es la mejor técnica para obtener resultados concluyentes de acuerdo a la cantidad de investigaciones relacionadas a la aplicación de zeolitas para la remoción de plomo y zinc en aguas contaminadas?

Mediante la presente investigación se trata de contribuir con la compilación de la extensa literatura respecto a la remoción de plomo y zinc usando zeolita en aguas residuales. La relevancia social del trabajo se justifica principalmente en la realidad que vivimos, nuestras fuentes de agua están contaminadas por metales pesados derivados de las diversas actividades afectando a todos los seres; por esta razón, es importante conocer los métodos para remover estos contaminantes de manera eficiente y sostenible. La justificación ambiental de la investigación está basada en encontrar el método más adecuado de remoción de metales pesados mediante la zeolita, ya que los metales pesados son altamente tóxicos y son liberados al medio ambiente sin el tratamiento adecuado generando un grave problema en los recursos (suelo y agua) es fundamental mejorar la calidad del recurso hídricos que tiene una implicancia en el ecosistema y así minimizar uno de los grandes problemas que enfrenta nuestro país al ser uno de los grandes productores mineros en el mundo vulnerables a sus consecuencias. La justificación económica se centra en la rentabilidad del uso de la zeolita para la remoción de metales, ya que su obtención tiene un bajo costo económico.

Los objetivos de la presente investigación fueron planteados en el marco de la revisión sistemática y metaanálisis, es decir se pretende alcanzar estos objetivos mediante el análisis de los datos extraídos de las investigaciones incluidas acerca de la remoción de plomo y zinc en aguas contaminadas usando zeolitas.

De acuerdo al problema planteado, se formuló el siguiente objetivo general: Evaluar la eficiencia de la aplicación de zeolita en la remoción de plomo y zinc, y los siguientes objetivos específicos: Evaluar el porcentaje de remoción de la zeolita en la remoción del plomo y zinc en aguas contaminadas, evaluar las condiciones operacionales de remoción plomo y zinc aplicando la zeolita, identificar los tipos de zeolita más utilizados y desarrollar un metaanálisis para evaluar la eficiencia de la aplicación de zeolita en la remoción de plomo y zinc.

Asimismo, se formuló la siguiente hipótesis general: la zeolita es eficiente en la remoción de plomo y zinc en aguas contaminadas.

II. MARCO TEÓRICO

Los metales pesados se encuentran en las aguas residuales industriales y a causa de su toxicidad sus concentraciones deben disminuirse antes de ser descargados a un cuerpo de agua (Manahan, 2006, p. 227). Se usan varias técnicas para la **remoción de los metales** pesados, Caviedes et al. (2015), estudiaron las técnicas convencionales y no convencionales, resaltando la técnica de la adsorción y la fitorremediación por ser económicas y eficientes. Concluyeron que existen muchas técnicas prometedoras con respecto a la absorción y adsorción, todo con el fin de minimizar costos energéticos y operacionales para su pronta implementación.

Adsorción, es el mecanismo por el cual especies acuosas establecen enlaces químicos con átomos de la superficie de los sólidos, la adsorción es un proceso rápido y reversible (Ayora, 2004). En la teoría de adsorción se utilizan los términos básicos que se muestran en la **Figura 1**. El proceso de adsorción involucra dos componentes adsorbentes y adsorbato. El adsorbente es la sustancia en la superficie de la cual tiene lugar la adsorción, mientras que el adsorbato es la sustancia que se adsorbe en la superficie del adsorbente (Inamuddin, 2017).

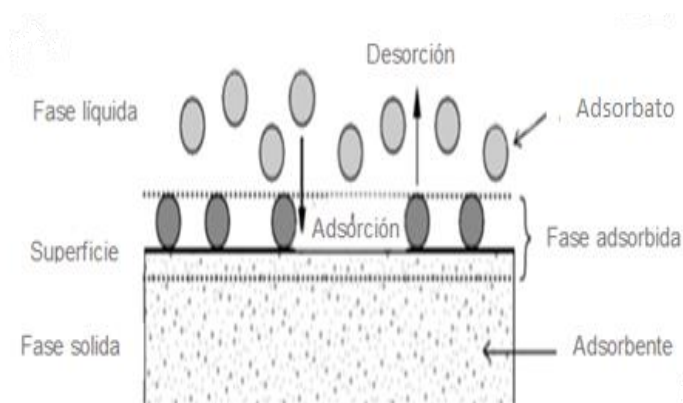


Figura 1. Términos básicos de adsorción (Worch, 2012)

Existen dos clases de **adsorción**: Las fuerzas de adsorción física consisten en las fuerzas ubicuas de dispersión-repulsión que son una propiedad fundamental de toda la materia, complementada por diversas contribuciones electrostáticas, que puede ser importante o incluso dominante para los adsorbentes polares. Las fuerzas involucradas en la quimisorción son mucho más fuertes e implican un grado

sustancial de transferencia de electrones o intercambio de electrones, como en la formación de un enlace químico (Karge y Weitkamp, 2008).

Las **zeolitas** naturales son minerales significativos de bajo costo, con las propiedades especiales de intercambio iónico y adsorción, la alta porosidad y la excelente estabilidad térmica de las zeolitas las hacen muy beneficiosas para muchas industrias, también en procesos de tratamiento de aguas (Kovacova y Balintova, 2018). Bezerra et al. (2019) realizaron una investigación encaminada a la evaluación de la eliminación de cationes y algunas especies aniónicas presentes en el agua utilizando una variedad de materiales como la zeolita con propiedades de intercambio catiónico. En la Tabla 1 se muestra los principales tipos de zeolita con su respectivas formula.

Tabla 1.Principales tipos de zeolita (Curi et al., 2006)

Zeolitas	Formula Química
Laumontita	$\text{Ca Al}_2\text{Si}_4\text{O}_{12} \cdot 4\text{H}_2\text{O}$
Clinoptilolita	$(\text{Na}, \text{K}, \text{Ca})_{2-3}\text{Al}_3(\text{Al}, \text{Si})_2\text{Si}_{13}\text{O}_{36} \cdot 12 \text{H}_2\text{O}$
Stilbita	$\text{Na Ca}_2\text{Al}_5\text{Si}_{13}\text{O}_{36} \cdot 14\text{H}_2\text{O}$
Phillipsita	$(\text{K}, \text{Na}, \text{Ca})_{1-2}(\text{Si}, \text{Al})_8 \cdot \text{O}_{16} \cdot 6\text{H}_2\text{O}$
Erionita	$(\text{K}_2, \text{Ca}, \text{Na}_2)_2\text{Al}_4\text{Si}_{14}\text{O}_{36} \cdot 15\text{H}_2\text{O}$
Offretita	$(\text{K}_2, \text{Ca})_5\text{Al}_{10}\text{Si}_{26}\text{O}_{72} \cdot 30\text{H}_2\text{O}$
Faujazitita	$(\text{Na}_2\text{Ca})\text{Al}_2\text{Si}_4\text{O}_{12} \cdot 8\text{H}_2\text{O}$
Chabazita	$\text{Ca Al}_2\text{Si}_4\text{O}_{12} \cdot 6\text{H}_2\text{O}$
Natrolita	$\text{Na}_2\text{Al}_2\text{Si}_3\text{O}_{10} \cdot 2\text{H}_2\text{O}$
Thomsonita	$\text{Na Ca}_2\text{Al}_5\text{Si}_5\text{O}_{20} \cdot 6\text{H}_2\text{O}$
Mordenita	$(\text{Ca}, \text{Na}_2, \text{K}_2)\text{Al}_2\text{Si}_{10}\text{O}_{24} \cdot 7\text{H}_2\text{O}$
Epistilbita	$\text{CaAl}_2\text{Si}_6\text{O}_{16} \cdot 5\text{H}_2\text{O}$
Analcima	$\text{Na}, \text{AlSi}_2\text{O}_6 \cdot \text{H}_2\text{O}$
Heulandita	$(\text{Na}, \text{Ca})_{2-3}\text{Al}_3(\text{Al}, \text{Si})_2\text{Si}_{13}\text{O}_{36} \cdot 12\text{H}_2\text{O}$

La **zeolita** es una gran familia de silicatos hidratados, conceptuados como minerales bien cristalizadas que se hallan en cavidades y venas de rocas ígneas básicas (Cornelis y Cornelius, 1997). La estructura está hecha de átomos de silicio, aluminio y oxígeno que forman un marco característico con cavidades, donde pueden residir cationes, y moléculas pequeñas, la nueva definición para las zeolitas es que son clatratos o compuestos de inclusión, capaces de albergar diversas sustancias huésped en su estructura versátil (Chmielewská, 2014). Montalvo et al. (2020) estudiaron la aplicación de zeolitas para tratamientos biológicos. Concluyeron que la

zeolita mejora el rendimiento en función de su capacidad para retener amoníaco y formar biopelículas, también se observó una situación similar en la desnitrificación, en procesos de remoción de fósforo, materia orgánica y eliminación de metales pesados.

Se han realizado investigaciones acerca de la zeolitas en la remoción de metales pesados en soluciones acuosas, utilizando diversas clases de zeolitas comparando así la eficiencia en la remoción de diferentes metales pesados (Cu, Zn, Mn, Pb), encontrando que la zeolita (clinoptilolita y estilbita) son eficientes en la remoción de los metales pesados mencionados, aproximadamente el 80 – 100%, la adsorción con respecto a los iones de plomo mostraron casi un 100% de eficacia en la remoción (Golomeova et al., 2014; Correia et al., 2010). Por otra parte, Shaheen, Derbalah y Moghanm, (2012) estudiaron el comportamiento de adsorción de las zeolitas naturales en la remoción de metales pesados (Cd, Cu, Ni, Pb y Zn) utilizando un sistema de sorción competitivo con concentraciones de metales en solución de 50 a 300 mg/l. Concluyeron que debido a las características químicas del Pb (electronegatividad relativamente alta, radio hidratado pequeño y estructura electrónica), este metal fue adsorbido con mayor fuerza que otros metales estudiados.

Por otro lado, Wang, Xu y Sheng (2020) investigaron sobre los métodos para mejorar la eficiencia de utilización de zeolita y promover en gran medida el desarrollo de CW (humedales artificiales). Se encontró que la zeolita como sustrato de CW tiene un buen efecto de purificación, asimismo que la capacidad de adsorción de zeolita al fósforo total y metales pesados se puede mejorar significativamente por modificación. Similarmente, Corella ha comprobado que una modificación en la zeolita natural puede ayudar a la purificación de las aguas a altos y considerables niveles así, lograr la remoción de fosfatos, sulfatos, y cloruros; además, de la eliminación de metales pesados y otros contaminantes (Guerrero, Vásquez y Rodríguez, 2017).

La modificación de las zeolitas naturales puede realizarse por ácido, base, sales inorgánicas o tratamiento hidrotérmico (Kovacova y Balintova, 2018). Aunque existen muchos métodos para modificar las zeolitas, la modificación más adecuada debe elegirse de acuerdo con los contaminantes específicos (Shi et al., 2017). Gorimbo et al. (2018) investigaron la capacidad de adsorción de la zeolita modificada

de África y los Estados Unidos para la eliminación de Ni^{2+} , Pb^{2+} y Cd^{2+} de soluciones acuosas, el resultado de la investigación reveló un orden de remoción de $\text{Pb}^{2+} > \text{Cd}^{2+} > \text{Ni}^{2+}$ tanto para EE. UU., y África, concluyendo que las zeolitas modificadas son superiores en adsorción de metales pesados y que la adición de una solución de sal metálica como medio de modificación produce resultados prometedores. Asimismo, Rahimi y Mahmoudi (2020) utilizaron la zeolita modificada con NaOH y MgO para remover el Pb, Co, Cr y Zn de una solución acuosa, obteniendo un resultado de absorción de 98.38%, 89.51%, 81.07% y 78.24%, de Pb^{2+} , Co^{2+} , Cr^{2+} , Zn^{2+} respectivamente, este trabajo llegó a la conclusión que la capacidad de la zeolita modificada con MgO, en la adsorción de plomo fue mayor que el de modificada con NaOH, todo a las mismas condiciones.

Diversos autores utilizaron la zeolita: modificada hidrotermalmente a partir de arena de cuarzo residual y fluoruro de calcio, dopada con cobre y sintética de tipo faujasita para remover los metales pesados presentes en soluciones acuosas, los resultados respecto con el porcentaje de remoción del plomo fue de 93%, 95.9% y 70% respectivamente, concluyeron que el proceso de remoción con zeolita modificada es una alternativa viable, rentable y eficiente para procesos de adsorción (Zhang et al., 2017; Fanta et al., 2019; De-La-Vega et al., 2018). De manera similar, otros autores utilizaron la zeolita modificada con cenizas volantes para la remoción de metales pesados en medios acuosos, con la diferencia de que uno de ellos experimentó con cenizas volantes altas y bajas en calcio, los resultados respecto con el porcentaje de remoción del plomo y cobre fue mayor al 80%, concluyeron que los adsorbentes a base de cenizas volantes tiene potencial para la adsorción y que la zeolita es efectiva en la remoción de diferentes metales pesados (He et al., 2016; Ji, X D et al., 2017)

Por otra parte, Souza et al. (2012) determinaron la eficiencia de la eliminación de cadmio por una zeolita natural (ZB) comparando su desempeño con una zeolita modificada (ZC). Se encontró que aumentando el pH de 3.0 a 4.0 para ZC aumentó la eliminación de Cd y para ZB esto ocurrió al aumentar el pH de 4.0 a 5.0. El ZC mostró mayor remoción en pH 4.0 y ZB a pH 5.0. Además, se realizaron investigaciones para explorar la cinética de adsorción y la isoterma de tres tintes reactivos (Reactive Black 5, Red 239 y Yellow 176) sobre zeolitas naturales y bromuro de hexadeciltrimetilamonio (HTAB), se encontró que la zeolita modificada

con HTAB mostró una mayor capacidad de adsorción que la natural y que zeolita es eficaz para la eliminación reactiva de colorantes de soluciones acuosas. En estudios más complejos, se analizó los procesos de adsorción y filtración los cuales fueron acoplados por una nanopartícula de zeolitamembrana impregnada de polisulfona (PSf) que se utilizó para eliminar el plomo y cationes de níquel de soluciones preparadas sintéticamente, los cuales obtuvieron resultados favorables (Yurekli, 2016; Armagan, Turan y Karadag, 2011).

Tomić et al. (2014) investigaron la posibilidad de aplicación de zeolita natural serbia para mejorar la calidad del agua de manantial. Se encontró que el contenido de Mg se redujo de 85 mg / dm³ en agua cruda a 49 mg / dm³ en el filtrado agrupado, además los resultados indicaron que al usar la zeolita modificada (NaZ) en lugar de la zeolita natural (Z), como filtro de relleno, aumenta la eficiencia del filtro de zeolita en aproximadamente un 42%. Concluyeron que usando la zeolita que está enriquecida con sodio y con el fluido apropiado para los parámetros mecánicos del sistema, la concentración de magnesio en el agua cruda puede disminuir por debajo de la concentración máxima permitida (LMR) en agua potable de 50 mg / dm³. En una investigación similar para reducir los residuos orgánicos, se encontró que la encapsulación de metal dentro de la estructura de zeolita se ha propuesto como una solución factible para conversiones de biomasa que requieren altas temperaturas (Limlamthong y Yip, 2020).

Quintana et al. (2014) sintetizaron las zeolitas LTA y FAUJASITA NaX. Las zeolitas mostraron una capacidad de fijación de 4,8mmol/g de Cu²⁺, 3,4mmol/g para el Cd²⁺ y 2,3mmol/g de Ni²⁺, procediendo de los nitratos de estos cationes, esto muestra la capacidad de estos materiales para la remoción de metales pesados Cu²⁺, Ni²⁺ y Cd²⁺. En ese mismo contexto, Arroyave-manco et al. (2018) investigaron las Zeolitas LTA y FAU obtenidas a partir de cenizas volantes y su empleo en la remoción de Cromo. Concluyeron que se logró sintetizar las zeolitas tipo LTA y FAU con residuos de la industria extractiva (minería), además se utilizó dicho material con éxito en la remoción de Cromo (III). Por su parte, Satiro et al. (2018) estudiaron la zeolita a partir de cenizas de carbón y las usó como adsorbentes en el tratamiento de aguas residuales para eliminar metales (Fe y Mn) y colorante azul de metileno. Se encontró que eliminación de hierro y manganeso por el adsorbente fue rápida inicialmente, pero disminuyó gradualmente con el tiempo

hasta 15 minutos (tiempo de equilibrio), los resultados para en Mn fueron similares. Ostroski et al. (2011) evaluaron el intercambio iónico de iones de hierro (II), utilizando zeolita NaY como un cambiador de columna de cama fija. Se encontró que el que el modelo de isoterma de Langmuir y el modelo de Freundlich, para el sistema Fe-NaY, representó adecuadamente los datos de intercambio iónico de equilibrio.

Las zeolitas modificadas o sintetizadas son prometedoras en la eliminación de metales presentes en el agua. Ismael (2010) sintetizó la zeolita para la eliminación del zinc en aguas residuales industriales a través del intercambio iónico. Se encontró que el zinc se redujo hasta un 99.1 % con un pH de 4, una concentración de 4 g y un tiempo de contacto de 40 minutos, concluyó que existe mayor intercambio iónico con sintetizando la zeolita, mostrando que los materiales sintetizados son favorables para la eliminación de zinc en aguas industriales.

Asimismo, las aguas residuales industriales contienen otros metales pesados, aparte del zinc, como el cobre. Respecto a ello se hicieron investigaciones exitosas, utilizando la zeolita natural como la sintética, con la finalidad de remover el zinc y cobre, el porcentaje de remoción de la zeolita fue de 97% - 98% en cobre y zinc en un 92% - 96%, los resultados se produjeron con un pH de 12.8 y con un tiempo de contacto de 30 minutos (Sreesai y Sthiannopkao, 2009). Las zeolitas son usadas como removedores de metales pesados por sus diferentes beneficios, entre ellos su bajo costo. Wait (2015) estudió la capacidad de adsorción de la zeolita natural a través de una columna de lecho fijo para adsorber iones de zinc, obteniendo una capacidad de adsorción de 50.75 mg/g, concluyó que se puede implementar con éxito un proceso de columna de adsorción continua a escala industrial para tratar caudales enormes de corrientes de aguas residuales.

Zendelska (2018) en su investigación usó la zeolita como adsorbente eficaz para el tratamiento del drenaje ácido de minas, enfocándose en los iones de zinc, obteniendo un porcentaje de eliminación de 74 %, llegando a la conclusión que la zeolita es más eficiente cuando los iones de zinc son bajos. Por otro lado, se realizaron experimentos con aguas residuales de relaves de minas de plomo y zinc en Serbia, usando la zeolita natural y modificada con Fe (III), demostrando que el tratamiento con zeolitas como adsorbente es significativo, también demostró que el pH juega un rol esencial en el proceso de adsorción (Kragović, 2018).

Las zeolitas, tienen la capacidad de remover los metales pesados, según los párrafos anteriores, uno de ellos es el **plomo**. El plomo es un metal pesado que se oxida, blando y maleable de color gris azulado, presenta un brillo metálico, se caracteriza por ser muy flexible e inelástico (Rodríguez, Cerda y Bezos, 2014; Fink, Carrol y Beaty, 1981), y es resistente a la acción de ácido sulfúrico pero se disuelve rápido en acido nítrico (Fernández, 2001). De igual forma, el cinc es uno de los metales que se puede remover de soluciones acuosas. **El cinc** es un metal reactivo y fue el metal de los alquimistas, pues daba con el cobre un metal parecido al oro, en el presente es un metal valioso debido a buena maleabilidad (Appold, 1984; Palet, 2002). Tras su ingestión, el zinc se concentra en el hígado antes de distribuirse por todo el organismo (Godman, 2013).

La temática abordada en la presente investigación fue estudiada por diversos autores, las revisiones son un método eficiente para poder condensar los estudios más relevantes. Las **revisiones sistemáticas** son investigaciones de carácter científico, su principal objetivo es sintetizar toda la evidencia científica para responder una pregunta en particular en forma explícita, estructurada y sistemática, para determinar y seleccionar estudios, evaluarlos críticamente y separar los datos de interés para analizarlos (Gisbert y Bonfill, 2004; Letelier, Manríquez y Rada, 2005). En una revisión sistemática es imperativo publicar de forma transparente y completa el método utilizado, describiéndose detalladamente con el fin de que cualquier lector pueda replicar la investigación y obtener los mismos resultados (Klassen, Jadad y Moher, 1998).

La mayoría de las revisiones sistemáticas incluyen metaanálisis. El metaanálisis emplea métodos estadísticos para resumir los resultados de los diferentes estudios. Esta metodología tiene que realizarse con la misma severidad científica que en los estudios científicos, como son sistematización, objetividad y replicabilidad (Higgins, 2011; Rubio Aparicio et al., 2018). Al combinar la información de todos los estudios relevantes, el metaanálisis puede obtener estimaciones más precisas. El metaanálisis permite una evaluación crítica de los estudios además proporciona un único resultado combinado basado en diferentes estudios sobre el mismo tema (Bolaños y Calderón, 2014).

III. METODOLOGÍA

La revisión sistemática realizada en el presente estudio utilizó la estrategia PICO (en inglés: population, intervention, comparison, outcome), la herramienta fue clave para la construcción del problema de la investigación.

3.1. Tipo y diseño de la Investigación

La investigación tuvo un enfoque cuantitativo, en este tipo de estudios se asocia con los experimentos donde se manipulan las variables, además el proceso se aplica de manera más rígida y estructurada (Gómez, 2006). La investigación se encuentra dentro de este enfoque, ya que se cuantificó y aportó evidencia a una teoría.

La investigación fue de tipo aplicada, ya que cumplió con dos requisitos fundamentales: producir conocimiento y resolver problemas (Hernández, Fernández y Baptista, 2014). El estudio está dentro de esta categoría, ya que los resultados obtenidos tienen utilidad práctica y son beneficiosos para la sociedad.

La investigación tuvo un diseño no experimental, al respecto Hernández, Fernández y Baptista (2014) mencionan que en este diseño el estudio se hace sin la manipulación intencional de las variables, es decir, solo se examina los fenómenos que se manifiestan en un contexto natural. Además, Gómez (2006) manifiesta que estos estudios se realizan después de los hechos en donde el investigador no podrá controlar ni regular las condiciones de la prueba. La investigación se enmarca en este diseño ya que resulta imposible manipular las variables estudiadas porque estas ya han sucedido.

La investigación tuvo un nivel descriptivo, puesto que se evidenció con precisión las características de un fenómeno o suceso, respecto a este nivel de la investigación Hernández, Fernández y Baptista (2014) señalan que el objetivo es describir un determinado fenómeno, situaciones, sucesos y contextos, para detallar cómo son y en qué circunstancias se presentan. Asimismo, los estudios de nivel o alcance descriptivo son los que intentan recoger los datos, detallar componentes y rasgos sobre un determinado suceso (Ferreyra y Longhi, 2014). La investigación se sitúa en el nivel descriptivo, debido a que se recolectó una serie de datos sobre la temática planteada con el fin de describirla.

3.2. Variables y Operacionalización

La investigación cuenta con dos variables de estudio:

Variable Independiente: la zeolita

Variable Dependiente: remoción de metales pesados (plomo y zinc)

La matriz de operacionalización de dichas variables se muestra en el **Anexo 1**.

3.3. Población, muestra y muestreo

En el presente proyecto la población corresponde a los estudios que utilizaron la zeolita para la remoción de plomo y zinc, las cuales fueron en total 390 investigaciones. Naresh (2004) define a la población como la suma de todos los elementos con características similares y abarca el universo de los problemas planteados.

La muestra que formó parte del presente estudio, fueron un total de 34 estudios, los que obedecieron los criterios de inclusión conforme a lo establecido en la escala de calidad Newcastle-Ottawa (modificada para estudios ambientales). La muestra se define como una parte representativa de la población de la cual se recolectaron los datos (Hernández, Fernández y Baptista, 2014).

El muestreo fue no probabilístico por conveniencia, debido a que las unidades de estudio se elegirán en el instante de la recolección de datos, al respecto Naresh (2004) señala que en los muestreos no probabilísticos el investigador decide de forma consciente que unidades incluir en la muestra, además pueden brindar buenos estimados respecto a las características de la población.

La unidad de análisis fue cada artículo científico recolectado de bases de datos, los cuales contenían la información relevante sobre la remoción de plomo y zinc en aguas contaminadas utilizando zeolitas.

3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

La técnica de recolección de datos fue la revisión sistemática debido que es un proceso sistemático en dónde se recolecta y se sintetiza la literatura científica acerca de un determinado tema, este es un método muy eficiente para responder a una pregunta que parte de un problema.

El instrumento que se utilizará en la investigación fue la ficha de datos.

Ficha 1. Calidad metodológica de los estudios incluidos para la remoción de plomo (Pb)

Ficha 2. Calidad metodológica de los estudios incluidos para la remoción de zinc (Zn)

Ficha 3. Características de los estudios incluidos en la revisión para la remoción de plomo (Pb)

Ficha 4. Características de los estudios incluidos en la revisión para la remoción de zinc (Zn)

Ficha 5. Condiciones operacionales del proceso de adsorción de plomo (Pb)

Ficha 6. Condiciones operacionales del proceso de adsorción de zinc (Zn)

La validez hace referencia al grado en qué la prueba o el instrumento está midiendo la variable que se desea medir (Namakforoosh, 2000). Los instrumentos serán verificados y revisados por cuatro docentes con experiencia en el tema.

La confiabilidad se refiere a la consistencia de los hallazgos de la investigación (Díaz, 2009). Namakforoosh (2000) señala que una medición es confiable de acuerdo con el grado en que puede ofrecer resultados consistentes. En otras palabras, es el grado en el que una medición tiene errores variables.

3.5. Procedimiento

El procedimiento de la presente investigación está detallado en el diagrama de flujo que se muestra en la Figura 2.

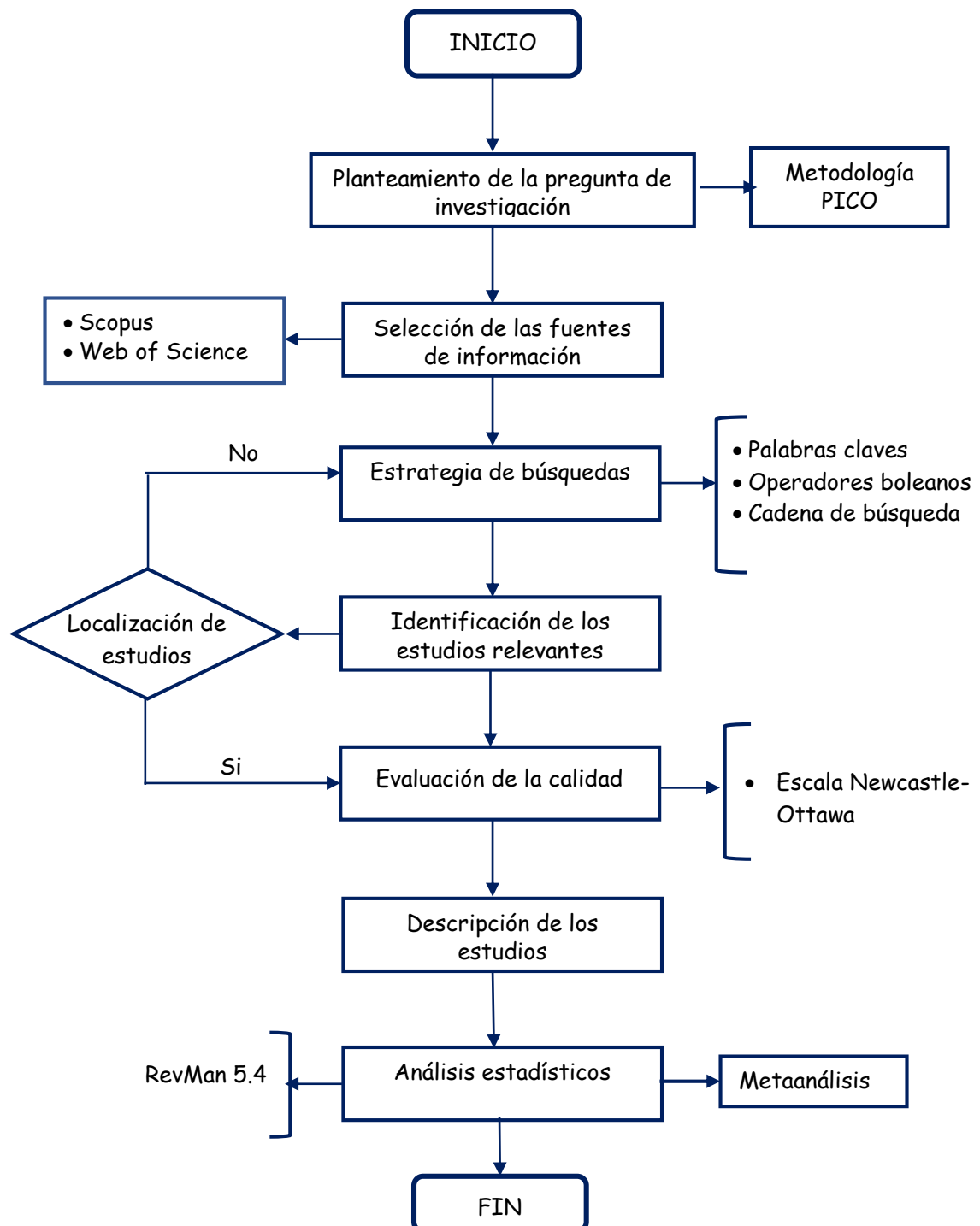


Figura 2. Diagrama de flujo del procedimiento de la revisión sistemática.

3.5.1. Planteamiento de la pregunta de investigación

Para estructurar la pregunta de la presente investigación se usó la metodología **PICO**.

P: Aguas residuales contaminadas con plomo y zinc

I: Aplicación de zeolita

C: Sin aplicación de zeolita

O: Remoción

¿Cuál es la eficiencia de la aplicación de la zeolita en la remoción de aguas residuales contaminadas por plomo y zinc?

3.5.2. Criterios de inclusión y exclusión

Para realizar la revisión sistemática y metaanálisis se tuvo en cuenta las investigaciones que contengan información del uso de zeolita para la remoción de metales pesados (plomo (Pb) y zinc (Zn)) en aguas residuales. Asimismo, se incluyó artículos y revisiones de distintos países e idiomas con mismas condiciones operacionales y fechas de publicación que oscilen dentro de los años 2010 a 2020.

Se excluyeron las investigaciones que no respondían al problema general y a los objetivos del proyecto. Asimismo, investigaciones que no compartían el mismo campo de investigación y que no cumplen las mismas condiciones operacionales.

3.5.3. Selección de las fuentes de información

Para el inicio de la búsqueda de evidencias, las fuentes de investigación de la literatura científica se realizaron en las bases de datos de Scopus y Web of Science disponibles en el campo virtual de la Universidad Cesar Vallejo y otras universidades.

3.5.4. Estrategia de búsqueda.

Conforme a los documentos de referencia analizados por los autores sobre revisiones sistemáticas y metaanálisis, se planteó criterios de búsqueda, para ello se estableció una cadena de búsqueda, se utilizaron términos claves de acuerdo con los componentes de la estrategia PICO, asimismo, los términos fueron combinados con los operadores booleanos

“AND” y “OR” para poder identificar los estudios relevantes sobre el problema abordado.

La cadena de búsqueda fue utilizada para ambas bases de datos (WOS y Scopus), la búsqueda se hizo por separado para zinc y plomo como se muestra en la Tabla 2. Se buscó que la estrategia de búsqueda sea óptima, equilibrando la sensibilidad (alta proporción de estudios relevantes recuperados) con la especificidad (baja proporción de estudios irrelevantes recuperados) (Uman, 2011).

Tabla 2. Cadenas de búsqueda

Criterios de Búsqueda		
Base de datos	Scopus	Web of Science
Cadena de búsqueda	TITLE-ABS-KEY (treatment AND (wastewater OR effluent) AND zinc AND (zeolite OR zeolitic) AND (removal OR adsorption OR sorption)) AND PUBYEAR > 2009	TITLE-ABS-KEY (treatment AND (wastewater OR effluent) AND lead AND (zeolite OR zeolitic) AND (removal OR adsorption OR sorption)) AND PUBYEAR > 2009
Periodo de ubicación	2010 hasta 2020	2010 hasta 2020
Palabras claves	Treatment, wastewater, effluent, zeolite, removal	Treatment, wastewater, effluent, zeolite, removal

3.5.5. Identificación de los estudios relevantes

La primera identificación se realizó en el listado de investigaciones que fue resultado de las búsquedas bibliográficas en la base de datos. La estrategia de investigación incluía el título y el resumen de los documentos. Esta fase fue realizada por ambos integrantes de la investigación.

La segunda identificación fue por los textos completos de los documentos identificados en primera instancia. Los textos seleccionados fueron aquellos que cumplieron con los criterios de inclusión y exclusión.

3.5.6. Evaluación de la calidad

Se utilizó la escala Newcastle-Ottawa (NOS) para evaluar la calidad de los estudios relevantes, los cuales fueron analizados por los autores de la presente investigación. La escala de Newcastle-Ottawa fue diseñada para evaluar la calidad de los estudios a partir de su diseño y contenido, esta escala está compuesta por 3 dimensiones: selección, comparabilidad y resultado. La escala fue modificada por los autores de acuerdo con la conveniencia del estudio, además para la presente revisión sistemática y metaanálisis la dimensión de comparabilidad no se medirá, razón por la cual no se la consideró.

Para el presente estudio, la dimensión de selección analizó la representatividad, es decir que la muestra represente verdaderamente aguas contaminadas con plomo y zinc, esto incluye a las aguas sintéticas, y la exposición que describe las características de dichas aguas principalmente la concentración inicial y final de plomo y zinc, asimismo la exposición describe si las zeolitas fueron eficientes para remover dichas concentraciones de metales pesados.

De acuerdo con la dimensión de resultados, se midió dos aspectos, el porcentaje de remoción que indica si la concentración inicial de zinc y plomo disminuye después del uso de la zeolita y el periodo de aplicación el cual indica el tiempo en el que la zeolita logra remover los metales pesados.

Además, se consideró otras dos dimensiones para la evaluación de la calidad metodológica de los estudios incluidos, que son la modificación del adsorbente, es decir la activación química de la zeolita para mejorar sus propiedades, y la caracterización del adsorbente.

3.5.7. Descripción del estudio

Se describieron las muestras (la caracterización de aguas residuales contaminadas con plomo (Pb) y zinc (Zn)), los datos de la variable independiente (pH, temperatura, tiempo, tipo de zeolitas utilizados) y los resultados de la variable dependiente (absorción, adsorción, sorción, concentración inicial y concentración final).

Para la presente revisión sistemática los datos de estudio seleccionados se resumieron en diversas tablas con la siguiente información:

- Características estudios elegidos para la revisión.
- Condiciones operacionales (pH, temperatura, tiempo de contacto)
- Tipo de Zeolita utilizados en el tratamiento de aguas residuales.
- Estado de la zeolita (natural o sintético)
- Tipo de remoción (absorción, adsorción, sorción)
- Concentración inicial y concentración final)
- Porcentaje de remoción

3.6. Análisis de datos

Se usó el programa Review Manager (RevMan 5.4) para analizar los datos seleccionados. El programa Review Manager (RevMan 5.4), es esencial desarrollar la síntesis de revisiones sistemáticas y generar meta-análisis. Para el caso del metaanálisis, el software utilizó datos dicotómicos. Los datos analizados en el software fueron dicotómicos que se compararon con la razón de momio (Odds Ratio) con intervalos de confianza del 95%. Sobre la heterogeneidad de las investigaciones, se realizó mediante el análisis visual de bosque, que deja en evidencia la superposición de los intervalos de confianza, permitiendo su evaluación.

3.7. Aspectos éticos

Los investigadores del presente estudio mantuvieron en todo momento los principios de ética conforme a lo estipulado en la Resolución de Consejo Universitario N° 0126-2017/UCV que detalla los puntos que se van a considerar en relación al código de ética en investigación de la Universidad Cesar Vallejo, se demostrará ello en el correcto uso de la norma ISO-690 al

momento de mencionar información de otras investigaciones, además el estudio será subido al Turnitin el cuál verifica el documento en busca de similitudes o contenido no original. Asimismo, el proyecto se estableció bajo lo señalado en la Resolución del Consejo Universitario N°081-2016, resolución en la cual se detalla el Reglamento de Investigación de la Universidad César Vallejo.

Por otro lado, se cumplió con todos los lineamientos designados en la Guía de Productos de Investigación 2020, emitida por el vicerrectorado de investigación de la Universidad César Vallejo. Es por ello que el presente trabajo no presenta ninguna infracción a las normas, leyes u otra legislación o documentos de la política universitaria y de educación relacionados con la investigación.

IV. RESULTADOS

En la Figura 3, se muestra el diagrama de flujo en dónde se detalla las etapas del proceso de obtención de los resultados de las investigaciones que fueron incluidas para el metaanálisis.

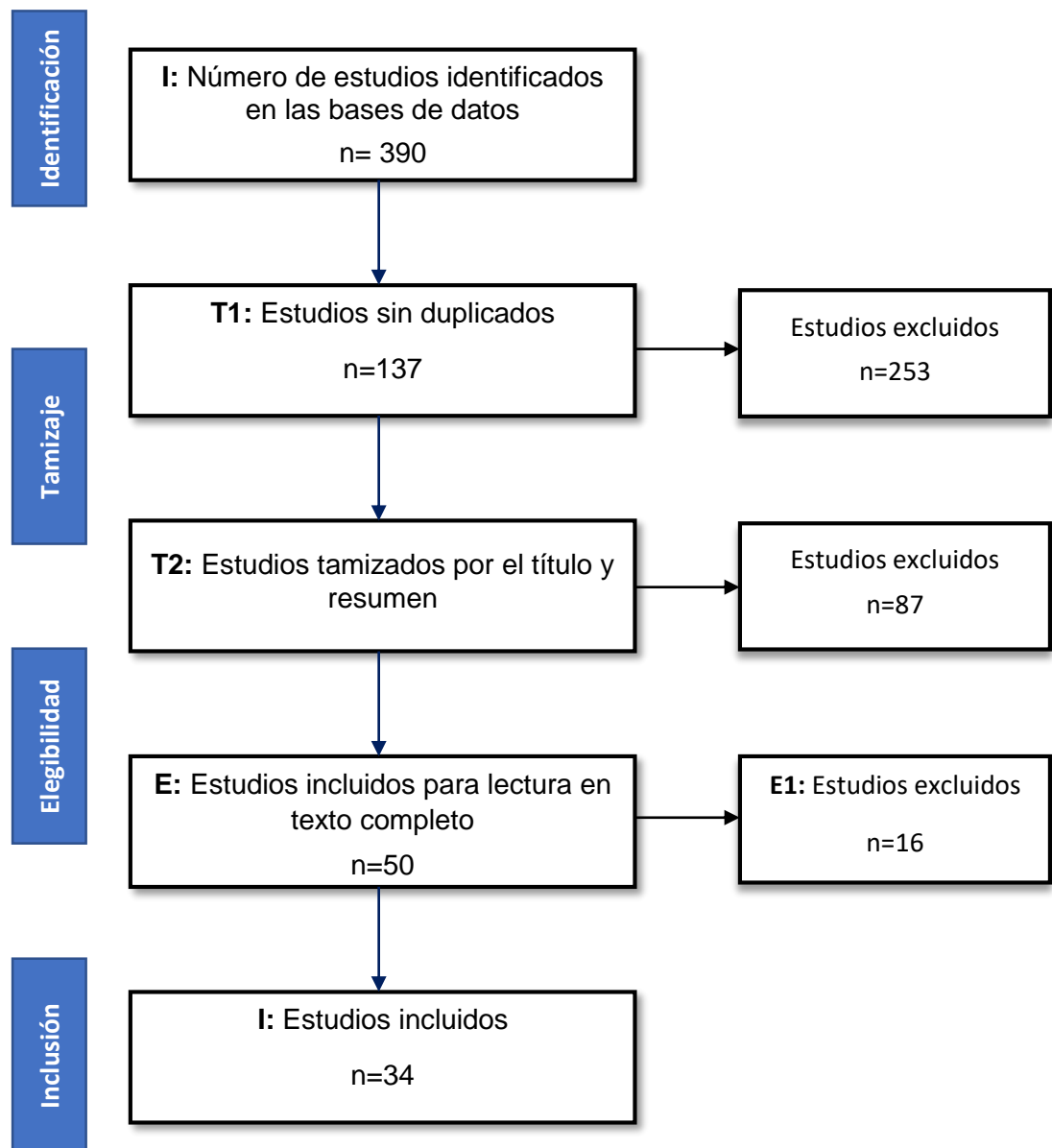


Figura 3. Proceso de obtención de las investigaciones incluidas en el metaanálisis.

El proceso de obtención de los resultados de las investigaciones incluidas fue dividido en las siguientes etapas:

- **Identificación:** Se identificó los posibles estudios relevantes en dos de las bases de datos más reconocidas a nivel mundial, tal como son Scopus y Web of Science, mediante las estrategias de búsqueda definidas con anterioridad, obteniendo en esta etapa un total de 390 investigaciones.
- **Tamizaje:**
 - **T1:** En el primer tamizaje se eliminó las investigaciones duplicadas, es decir aquellas que se repetían en alguna de las bases de datos utilizadas, excluyendo 253 investigaciones, los resultados obtenidos en este primer tamizaje fueron 137 investigaciones.
 - **T2:** Se evaluó el título y el resumen de las 137 investigaciones obtenidas en la etapa anterior (T1), en función de los criterios de inclusión establecidos de acuerdo con la estrategia PICO.

Fueron excluidos del estudio 87 investigaciones por no cumplir con los criterios antes mencionados, se aceptaron 50 investigaciones.

- **Elegibilidad:** En esta etapa se ubican las investigaciones que cumplieron con lo establecido en las etapas de identificación y tamizaje, las cuales fueron un total de 50 investigaciones, las cuales fueron revisadas a texto completo aplicando los criterios de inclusión según la escala Newcastle – Ottawa modificada.
 - **E1:** Corresponde a los 16 estudios que no cumplieron con los criterios de inclusión de texto completo, debido a que presentaban data insuficiente para su análisis (9), utilizaban zeolitas y otros adsorbentes para sus ensayos (3), la zeolita formaba parte de sistemas complejos de filtración (3), las investigaciones no trataban exclusivamente de remoción de metales pesados (1).
- **Inclusión:** Se incluyeron 34 investigaciones (19 para plomo y 15 para zinc) para la aplicación del metaanálisis, las cuales cumplieron con los criterios de inclusión según la escala de Newcastle-Ottawa modificada.

En la Figura 3 se describió de manera resumida el proceso de la búsqueda de los estudios relevantes, precisando el número de investigaciones excluidas en cada etapa, de igual forma se precisó el número de investigaciones que fueron incluidas cumpliendo con los criterios de inclusión y de calidad, todo ello con la finalidad de evitar sesgos en el estudio. Luego de todo el proceso se obtuvieron 34 estudios que cumplieron con los criterios mencionados en su totalidad.

Las investigaciones incluidas en su mayoría evaluaban la remoción del plomo y zinc utilizando la técnica de la adsorción por lotes, asimismo en las Figura 4 se muestra una síntesis del proceso de adsorción.

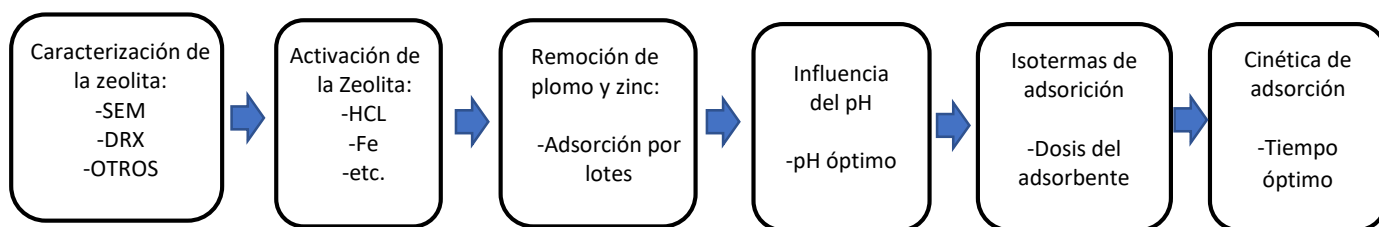


Figura 4. Proceso de Adsorción en los estudios incluidos

En la Tabla 3 y la Tabla 4, de los estudios incluidos, se muestran las principales características de las investigaciones que se realizaron para remover el plomo (Pb) y zinc (Zn) usando zeolitas, cabe resaltar que son las investigaciones más relevantes en la última década (2010-2020). Entre las características se incluye el y/o los autores de dichas investigaciones, así como el lugar de procedencia. Además, el tipo de zeolita que en la mayoría de los estudios utilizan como adsorbente es la clinoptilolita.

Tabla 3. Características de los estudios incluidos en la revisión para la remoción de plomo (Pb)

N°	Tipo de Zeolita	Condiciones Operacionales	Conclusiones	Observaciones	Ámbito Geográfico	Referencia
1	Clinoptilolita	<ul style="list-style-type: none"> pH Dosis del adsorbente 	Los resultados de la investigación indicaron que la modificación del adsorbente con HCl fue muy eficaz en la reducción de plomo de las aguas residuales. En condiciones óptimas la tasa de eliminación de plomo fue de aproximadamente 98.8%	La mayor cantidad de plomo removido se logró cuándo la concentración inicial fue mayor y cuándo la dosis del adsorbente fue alta.	Irán	Aghel et al., 2019
2	Faujasita	<ul style="list-style-type: none"> pH Dosis del adsorbente Tiempo de contacto 	El proceso de adsorción fue relativamente rápido y el equilibrio se logró después de un tiempo de contacto de 60 min, además se observó una eliminación máxima de Pb del 99,6%.	La zeolita estudiada fue proveniente de residuos de lixiviación de mineral de potasio. La velocidad de agitación fue de 200 rpm y la temperatura fue de 25 ° C.	China	Xing et al., 2018
3	Clinoptilolita	<ul style="list-style-type: none"> pH Dosis del adsorbente Tiempo de contacto 	La capacidad de adsorción de la clinoptilolita fue del 99%, revelando el potencial de la clinoptilolita en el tratamiento de efluentes industriales contaminados con metales pesados	Se encontró que las zeolitas modificadas eran superiores en la adsorción de metales pesados. La zeolita mostró un alto porcentaje de remoción al ser modificada con sodio.	Sudáfrica	Gorimbo et al., 2018

4	Clinoptilolita	<ul style="list-style-type: none"> • pH • Tiempo de contacto 	Los resultados demostraron que la clinoptilolita modificada con plata mostro una eficiencia del 97% para el plomo.	En esta investigación, también estudiaron paralelamente la remoción de <i>E. coli</i> utilizando zeolitas modificadas.	Inglaterra	Akhigbe et al., 2014
5	Zeolita Natural	<ul style="list-style-type: none"> • pH • Dosis del adsorbente • Tiempo de contacto 	Los resultados mostraron que la zeolita natural iraní fue altamente eficiente en la remoción de metales pesados, mostrando aproximadamente el 100% de remoción de plomo dentro de 40 minutos.	Las muestras de zeolita se usaron en su estado natural, es decir no se realizó modificaciones químicas a la zeolita	Irán	Merrikhpour y Jalali, 2013
6	Zeolita Natural	<ul style="list-style-type: none"> • pH • Dosis del adsorbente • Tiempo de contacto 	La remoción de metales pesados, específicamente del plomo mostró aproximadamente un 99% de remoción por la zeolita natural en 30 minutos, asimismo también se estudió la remoción de metales pesados utilizando zeolitas recubiertas de hierro.	Los autores realizaron una simulación del experimento a escala de campo, en un drenaje de una mina abandonada, obteniendo de igual forma resultados favorables, pero menores en comparación con lo obtenido en el laboratorio.	Corea	Jeon et al., 2012
7	ZIF-67	<ul style="list-style-type: none"> • pH • Dosis del adsorbente • Tiempo de contacto 	Las capacidades de adsorción de ZIF-67 alcanzan a 1348,42 mg / g, teniendo un porcentaje de remoción cercana al 100%.	El adsorbente muestran una cinética de adsorción rápida, y solo necesitan algunos minutos para alcanzar el equilibrio de adsorción. Estas características indican que ZIF-67 es excelente candidato para la	China	Huang et al., 2018

				eliminación de iones de metales pesados de las aguas residuales.		
8	Clinoptilolita	<ul style="list-style-type: none"> • pH • Dosis del adsorbente • Tiempo de contacto 	La capacidad de adsorción de la zeolita Mg fue de 1,5 a 2,0 veces mayor que la de la zeolita natural. La tasa de eliminación, que alcanzó el 98% para Pb.	El adsorbente, zeolita Mg, podría ser prometedor para la adsorción debido a su alta eficiencia y bajos requisitos de dosis. Además, la zeolita Mg no contamina las aguas residuales tratadas, por lo que puede reciclarse para reducir no solo el costo y la demanda de agua, sino también los costos operativos adicionales para la reutilización de las aguas residuales	Corea	Choi, Yu y Kim, 2016
9	Estilbita	<ul style="list-style-type: none"> • pH • Dosis del adsorbente • Tiempo de contacto 	Cuando la cantidad añadida de mordida de hendidura modificada es de 0,7 g / L, el efecto de adsorción de Pb ²⁺ , es el más ideal, con una tasa de adsorción superior al 90%.	Después de la adsorción en el experimento de adsorción regenerativa, la capacidad de adsorción de Estilbita tiene un efecto de regeneración mejor y más alto, lo que lleva a la capacidad de repetir su uso.	China	Chen et al., 2016
10	Zeolita	<ul style="list-style-type: none"> • pH • Dosis del adsorbente 	La capacidad máxima de adsorción de plomo con 8 gramos de zeolita en 240 minutos es Pb = 0,754 mg / g (seguido del modelo de isoterma de Langmuir).	Las zeolitas fueron sintetizadas con HCl	Indonesia	Hartini et al., 2020

		<ul style="list-style-type: none"> • Tiempo de contacto 				
11	Clinoptilolita	<ul style="list-style-type: none"> • pH • Dosis del adsorbente • Tiempo de contacto 	La eficiencia de eliminación de la zeolita NaY sintetizada original fue tan alta como 100% y más de 63,71% incluso después de cinco reciclados	La ganga de carbón abundante en cuarzo tiene potencial en aplicaciones de síntesis de adsorbentes para beneficio ambiental.	China	Bu et al., 2020
12	Zeolita Natural	<ul style="list-style-type: none"> • pH • Dosis del adsorbente • Tiempo de contacto 	La capacidad de adsorción de los compuestos dependía del pH y mostraba mejor adsorción alrededor de un pH de 4.0. Variando las concentraciones iniciales de Pb 2+, la capacidad máxima de adsorción de equilibrio de MMZ fue de 84,00 mg / g.	Adsorción de la zeolita a Pb de soluciones acuosas podría estar relacionado con su microestructura porosa única que contiene una gran cantidad de canales y características de intercambio iónico	China	Yuan et al., 2018
13	Zeolita Natural	<ul style="list-style-type: none"> • pH • Dosis del adsorbente • Tiempo de contacto 	La máxima eficiencia de remoción por la toba volcánica se obtuvo como 92% para Pb a pH 5. Estos resultados proporcionan una buena indicación de las diferentes condiciones de operación que serían necesarias para la eliminación eficiente de Pb (II) de la solución acuosa.	La toba volcánica (zeolita) podría ser utilizado como una fuente abundante y de bajo costo para la eliminación de Pb (II), y como alternativa a materiales más costosos como las resinas de intercambio iónico y el carbón activado.	Turquia	Karatas, 2012
14	Zeolita tipo A	<ul style="list-style-type: none"> • pH • Dosis del adsorbente 	El tiempo de contacto óptimo para Pb fue de 30 min con zeolita tipo A, con una dosis dosis óptima de 0,4 g.	Las zeolitas pueden transferir un problema de contaminación por metales pesados de muchos miles de	Egipto	Jamil, Ibrahim y El-maksoud, 2010

		<ul style="list-style-type: none"> • Tiempo de contacto 		litros a unos pocos kilos de sólido de fácil manejo que puede ser una regeneración eficaz.		
15	Clinoptilolita	<ul style="list-style-type: none"> • pH • Dosis del adsorbente • Tiempo de contacto 	Se encontró que el pH óptimo estaba entre 6 y 8, mientras que la absorción máxima de plomo a un pH óptimo fue del 95%.	La absorción de iones de plomo de una solución acuosa se puede atribuir a dos procesos: intercambio iónico y adsorción física dentro de los microcanales de la estructura de la zeolita. Además, la adsorción en monocapa es el modo de adsorción más favorable	Sudáfrica	Motsa et al., 2011
16	Zeolita LCZ y HCZ	<ul style="list-style-type: none"> • pH • Dosis del adsorbente • Tiempo de contacto 	El estudio mostró que las zeolitas producidas a partir de cenizas volantes son adsorbentes alternativos económicos, además se demostró que los adsorbentes basados en cenizas volantes (LCZ y HCZ) tienen el potencial de actuar como adsorbentes efectivos, removiendo en un 100% los metales pesados como el plomo.	Las zeolitas fueron sintetizadas a partir de cenizas volantes altas en calcio (HCZ) y bajas en calcio (LCZ), mostrando ambas un 100 % de remoción de los metales pesados estudiados.	China	Ji et al., 2017
17	Phillipsita	<ul style="list-style-type: none"> • pH • Dosis del adsorbente • Tiempo de contacto 	Los resultados mostraron que las tobas zeolíticas son eficientes para su uso como medio de intercambio en tratamiento de aguas residuales que contienen metales pesados.	La investigación también abordó la remoción de contaminantes orgánicos y remoción de nitrógeno en aguas residuales,	Jordania	Al Dwairi et al., 2013

				mostrando una eficiencia alta en ambos casos.		
18	ZCET40	<ul style="list-style-type: none"> • pH • Dosis del adsorbente • Tiempo de contacto 	La zeolita mostró una remoción de los metales pesados superior al 80%, se demostró que el área de la superficie específica es mayor para ZCET40, las especies iónicas de los metales pesados son menos voluminosas y las superficies son más ricas en microporos.	Las zeolitas se obtuvieron de cenizas volantes de bajo costo. Los adsorbentes eficientes de tipo zeolita podrían apoyar el tratamiento de aguas residuales.	Rumania	Visa, 2016
19	Zeolita clase F	<ul style="list-style-type: none"> • pH • Dosis del adsorbente • Tiempo de contacto 	Las capacidades máximas de adsorción para Pb, estimado a partir de las isothermas de adsorción de Langmuir se encontraron en 34,96 ZM4.	Las cenizas de esquisto bituminoso se pueden transformar en materiales adecuados utilizables para la eliminación de metales pesados. Debido a su alto contenido de sílice, las cenizas volantes y las cenizas de esquisto bituminoso se han considerado la piedra principal de la síntesis de zeolitas.	Marruecos	Nabih, 2018

Tabla 4. Características de los estudios incluidos en la revisión para la remoción de zinc (Zn)

N°	Tipo de Zeolita	Condiciones Operacionales	Conclusiones	Observaciones	Ámbito Geográfico	Referencia
1	Clinoptilolita	<ul style="list-style-type: none"> pH Dosis del adsorbente Tiempo de contacto 	En lo que respecta a los procesos de adsorción, la modificación de la superficie de la clinoptilolita demostró ser un proceso sencillo para obtener apoyos eficientes. Estas técnicas son algo complementario en términos de lograr el mismo propósito a partir de diferentes zeolitas.	Los adsorbentes desarrollados mejoraron el rendimiento en comparación con sus homólogos no modificados, con un aumento espectacular de la adsorción de Zn (II) capacidad hasta el 99,65% en el caso de MnO modificando a la clinoptilolita.	Eslovaquia	Hawash et al., 2018
2	Clinoptilolita	<ul style="list-style-type: none"> pH Dosis del adsorbente Tiempo de contacto 	Los resultados mostraron que, para los iones de zinc la adsorción fue completa (100%) y esto se alcanzó cuando la concentración inicial de zinc fue de 10 mg / L, asimismo se observó que la capacidad de adsorción disminuyó conforme la concentración de metales aumentaba.	Los autores de la investigación usaron diversas cantidades del adsorbente a distintas concentraciones del contaminante y en todos los casos la zeolita mostraba remociones máximas de zinc superiores al 50%.	Italia	Galletti et al., 2019
3	Zeolita	<ul style="list-style-type: none"> pH Dosis del adsorbente Tiempo de contacto 	La capacidad de sorción se calculó a partir del modelo de Langmuir y se encontró que la capacidad de sorción de los iones Zn (II) son 90,0901 mg/g. En general, este estudio mostró que la zeolita A obtenida de las cenizas volantes de	La zeolita A fue sintetizada a partir de cenizas volantes de carbón mediante el método hidrotermal de fusión	Indonesia	Paramitha et al., 2019

			carbón es eficaz para eliminar los iones de metales pesados.			
4	Zeolita clase F	<ul style="list-style-type: none"> • pH • Dosis del adsorbente • Tiempo de contacto 	Las capacidades máximas de adsorción para Zn se estimaron a partir de las isothermas de adsorción de Langmuir se encontraron en 34,24 mg /g y 29,41 mg/g y para ZV4 y ZM4, respectivamente.	Las cenizas volantes y las cenizas de esquisto bituminoso se pueden transformar en materiales adecuados utilizables para la eliminación de metales pesados. Debido a su alto contenido de sílice, las cenizas volantes y las cenizas de esquisto bituminoso se han considerado la piedra principal de la síntesis de zeolitas.	Marruecos	Hamadi y Nabih, 2018
5	Zeolitas NaX	<ul style="list-style-type: none"> • pH • Dosis del adsorbente • Tiempo de contacto 	La adsorción de Zn se investigó sobre NaX zeolitas. Los efectos del pH, la concentración inicial, la relación sólida con líquido y la temperatura se estudiaron por lotes. experimentos.	El estudio no presenta a precisión la concentración de zeolita utilizada.	Argelia	Nibou et al., 2010
6	Zeolita 3A	<ul style="list-style-type: none"> • pH • Dosis del adsorbente • Tiempo de contacto 	Las zeolitas sintéticas probadas, 3A, fueron más eficientes en la eliminación simultánea de iones de Zn ²⁺ de soluciones acuosas que la zeolita natural probada, lo que puede estar relacionado con su mayor homogeneidad mineralógica.	El estudio no presenta la concentración de zeolita utilizada ni la capacidad de sorción.	Polonia	Gworek y Kondzielski, 2020

7	Modernita	<ul style="list-style-type: none"> • pH • Dosis del adsorbente • Tiempo de contacto 	Se concluyó que la Mordenita puede utilizarse como adsorbente de bajo costo para la remoción de Zn en iones de solución acuosa.	El estudio no muestra la concentración de zeolita, ni la capacidad de adsorción.	India	Obaid et al., 2018
8	Zeolita tipo A	<ul style="list-style-type: none"> • pH • Dosis del adsorbente • Tiempo de contacto 	El área de superficie específica es mayor para ZCET40, las especies iónicas de los metales pesados son menos voluminosas y las superficies son más ricas en microporos, lo que es esencial para una eficiencia superior al 80%.	Las zeolitas se obtuvieron de cenizas volantes de bajo costo. Los adsorbentes eficientes de tipo zeolita podrían apoyar el tratamiento de aguas residuales.	Rumania	Visa, 2016
9	Esmectita tunecina	<ul style="list-style-type: none"> • pH • Dosis del adsorbente • Tiempo de contacto 	La esmectita tunecina activada con ácido ofrece una buena capacidad de adsorción. Se puede utilizar una aplicación ambiental potencial en el tratamiento industrial de las aguas residuales ricas en Zn (II).	El estudio no muestra la concentración de zeolita que fue utilizada.	Túnez	Eloussaief et al., 2012
10	Zeolita-X	<ul style="list-style-type: none"> • pH • Dosis del adsorbente • Tiempo de contacto 	La zeolita preparada eliminará eficazmente el Zn de las aguas subterráneas ligeramente contaminadas, donde en aguas subterráneas contaminantes iniciales la zeolita tendrá una reducción eficiencia.	El estudio no muestra el tiempo que se necesitó para eliminar el zinc mediante la zeolita.	Egipto	Rahman et al., 2012

11	Zeolita tipo Beta	<ul style="list-style-type: none"> • pH • Dosis del adsorbente • Tiempo de contacto 	Entre los materiales estudiados, la zeolita tipo β mostró el mejor rendimiento en la eliminación de iones metálicos de zinc en un 65 % que puede atribuirse a su mayor contenido de aluminio.	En este estudio también se trabaron con zeolitas tipo ferrierita y prefer, sin embargo, con la zeolita que e obtuvo mejores resultados fue con la zeolita tipo beta.	Brasil	De Oliveira et al., 2017
13	Leonardita y Clinoptilolita	<ul style="list-style-type: none"> • pH • Dosis del adsorbente • Tiempo de contacto 	Los resultados demostraron que las zeolitas tipo leonardita y clinoptilolita pueden ser eficaces como un adsorbente económico para eliminar el zinc de las aguas residuales industriales.	El estudio utilizó una mixtura de dos tipos de zeolita para la remoción de zinc de aguas contaminadas	Turquía	Zenguin, 2012
14	Zeolita Natural	<ul style="list-style-type: none"> • pH • Dosis del adsorbente • Tiempo de contacto 	Experimentos con aguas residuales de relaves de mina de zinc, demostraron que después del tratamiento con zeolitas, el contenido de zinc de redujo, el porcentaje de remoción obtenido fue de 74%.	No se especifica la sustancia con la cual se modifica el adsorbente.	Serbia	Kragovic et al., 2018
15	Clinoptilolita	<ul style="list-style-type: none"> • pH • Dosis del adsorbente • Tiempo de contacto 	Los resultados demostraron que la clinoptilolita modificada con plata tiene una eficiencia del 99% para la remoción de plomo.	En esta investigación, también estudiaron paralelamente la remoción de <i>E. coli</i> utilizando zeolitas modificadas.	Inglaterra	Ouki et al., 2014

En la Tabla 5 y Tabla 6 de los estudios incluidos se muestra el método de remoción, además se especifica si los autores de la investigación realizaron algún tipo de modificación al adsorbente(zeolita) en la remoción de plomo (Pb) y zinc (Zn).

Tabla 5. Tipo de zeolita y su activación en los estudios incluidos para la remoción de plomo (Pb)

Tipo de Zeolita	Activación	Método de Remoción	Porcentaje de Remoción	Referencia
Clinoptilolita	HCL	Adsorción	98,8 %	Aghel et al., 2019
Faujasita	—	Adsorción	99,6 %	Xing et al., 2018
Clinoptilolita	Na	Adsorción	99%	Gorimbo et al., 2018
Clinoptilolita	Ag	Adsorción	97%	Akhigbe et al., 2014
Zeolita Natural	—	Adsorción	100%	Merrikhpour y Jalali, 2013
Zeolita Natural	Fe	Sorción	99%	Jeon et al., 2012
ZIF-67	—	Adsorción	100%	Huang et.al., 2018
Cliptonita	Mg	Adsorción	98%	Hee, Seng y Hyu, 2016
Estilbita	NaOH	Adsorción	93.89 %	Chen et. al., 2015
Zeolita	HCl	Adsorción	94,53%	Sri Hartini et al 2020
Zeolita	Ganga de carbón	Adsorción	100%	Bu et. al., 2020
Clinoptilolita	Magnetita	Adsorción	84 %	Yuan et. al., 2018
Zeolita natural	-----	Sorción	92%	Karatas, 2011
Zeolita tipo A	A partir de caolín	Adsorción	99%	Jamil, 2010
Cliptonita	Polipropileno	Adsorción	95%	Motsa et. al., 2011
Zeolita LCZ y HCZ	Cenizas Volantes	Adsorción	100%	Ji et al., 2017
Phillipsita	—	Adsorción	95%	Al Dwairi et al., 2013
ZCET40	Cenizas Volantes	Adsorción	100%	Visa, 2016
Zeolita clase	-----	Adsorción	79.77%	Hamadi y Nabih, 2018

Tabla 6. Tipo de zeolita y su activación en los estudios incluidos para la remoción de plomo de Zinc (Zn)

Tipo de Zeolita	Activación	Método de Remoción	Porcentaje de Remoción	Referencia
Cliptonita	FeO (OH)	Adsorción	99.65%	Hawash et. al., 2018
Clinoptilolita		Adsorción	100 %	Galletti et al., 2019
Zeolita	Hidróxido de sodio y aluminato de sodio	Sorción	92.15%	Paramitha et. al., 2019
Zeolita clase F	Cenizas volantes (FA)	Adsorción	85.7%	Hamadi y Nabih, 2018
Zeolitas NaX	-----	Adsorción	70.4%	Nibou et. al., 2010
Zeolita 3A	-----	Sorción	60%	Gworek, Kondzielski y Kozera, 2020
Modernita	-----	Adsorción	70.91 %	Obaid et. al., 2018
ZCET40	-----	Adsorción	80 %	Visa, 2016
Esmeclita tunecina	Acibenzolar-s-metil (ASM)	Adsorción	62.50%	Eloussaief et. al., 2012
Zeolita X	-----	Adsorción	78.33%	Rahman et. al., 2012
Zeolita tipo Beta	—	Adsorción	65%	França et al., 2017
Leonardita y Clinoptilolita	—	Sorción	99%	Zenguin, 2012
Zeolita Natural	—	Adsorción	74%	Kragovic et al., 2018
Clinoptilolita	—	Sorción	75%	Oter y Akcay et al., 2010
Clinoptilolita	Ag	Adsorción	99%	Ouki et al., 2014

Tabla 7. Calidad metodológica de los estudios incluidos para la remoción de plomo (Pb)

Newcastle-Ottawa modificada para plomo (Pb)				Datos Específicos		Referencia
Selección		Resultados				
Representatividad	Exposición	Porcentaje de remoción	Tiempo de contacto	Modificación del adsorbente	Caracterización del adsorbente	
SI	SI	SI	NO	SI	SI	Aghel et al., 2019
SI	SI	SI	SI	SI	SI	Xing et al., 2018
SI	SI	SI	SI	SI	SI	Gorimbo et al., 2018
SI	SI	SI	SI	SI	SI	Akhigbe et al., 2014
SI	SI	SI	SI	NO	SI	Merrikhpour y Jalali, 2013
SI	SI	SI	SI	SI	SI	Jeon et al., 2012
SI	SI	SI	SI	SI	SI	Huang et.al., 2018
SI	SI	SI	SI	SI	SI	Hee, Seng y Hyu, 2016
SI	SI	SI	SI	SI	SI	Chen et. Al., 2015
SI	SI	SI	SI	SI	SI	Sri Hartini et al 2019
SI	SI	SI	NO	SI	SI	Bu et. al., 2020
SI	SI	SI	NO	SI	SI	Yuan et. al., 2018
SI	SI	SI	SI	SI	SI	Karatas, 2011
SI	SI	SI	SI	SI	SI	Jamil, 2010
SI	SI	SI	SI	SI	SI	Motsa et. al., 2011
SI	SI	SI	SI	SI	SI	Ji et al., 2017
SI	SI	SI	SI	NO	SI	Al Dwairi et al., 2013
SI	SI	SI	SI	SI	SI	Visa, 2016
SI	SI	SI	SI	NO	SI	Hamadi y Nabih, 2018

Representatividad: manifiesta si la muestra representa verdaderamente a las aguas residuales contaminadas con plomo, esto incluye a aguas sintéticas, **Exposición:** evalúa si las características fisicoquímicas de las aguas residuales (concentración de plomo y pH) fueron descritas, y si y si el uso de las zeolitas fueron eficientes para remover las concentraciones de metales pesados, **Porcentaje de remoción:** indica si la concentración inicial de plomo disminuye después del uso de la zeolita, **Tiempo de contacto:** indica el tiempo en el que la zeolita logra remover los metales pesados, **Modificación del adsorbente:** la activación química de la zeolita para mejorar sus propiedades, **Caracterización del adsorbente:** evalúa si se realizó análisis al adsorbente (DRX, FTIR, entre otros).

Tabla 8. Calidad metodológica de los estudios incluidos para la remoción de zinc (Zn)

Newcastle-Ottawa modificada				Datos Específicos		Referencia
Selección		Resultados				
Representatividad	Exposición	Porcentaje de remoción	Tiempo de contacto	Modificación del adsorbente	Caracterización del adsorbente	
SI	SI	SI	SI	SI	SI	Hawash et. al., 2018
SI	SI	SI	SI	SI	SI	Galletti et al., 2019
SI	SI	SI	SI	SI	SI	Paramitha et. al., 2019
SI	SI	SI	SI	SI	SI	Hamadi y Nabih, 2018
SI	SI	SI	SI	SI	SI	Nibou et. Al., 2010
SI	SI	SI	SI	SI	SI	Gworek, Kondzielski y Kozera, 2020
SI	SI	SI	SI	SI	SI	Obaid et. Al., 2018
SI	SI	SI	SI	SI	SI	Visa, 2016
SI	SI	SI	SI	SI	SI	Eloussaief et. al., 2012
SI	SI	SI	NO	SI	SI	Rahman et. al., 2012
SI	SI	SI	SI	SI	SI	França et al., 2017
SI	SI	SI	SI	SI	SI	Zenguin, 2012
SI	SI	SI	SI	SI	SI	Kragovic et al., 2018
SI	SI	SI	SI	SI	SI	Oter y Akcay et al., 2010
SI	SI	SI	SI	SI	SI	Ouki et al., 2014

Representatividad: manifiesta si la muestra representa verdaderamente a las aguas residuales contaminadas con zinc, esto incluye a aguas sintéticas, **Exposición:** evalúa si las características fisicoquímicas de las aguas residuales (concentración de plomo y pH) fueron descritas, y si y si el uso de las zeolitas fueron eficientes para remover las concentraciones de metales pesados, **Porcentaje de remoción:** indica si la concentración inicial de zinc disminuye después del uso de la zeolita, **Tiempo de contacto:** indica el tiempo en el que la zeolita logra remover los metales pesados, **Modificación del adsorbente:** la activación química de la zeolita para mejorar sus propiedades, **Caracterización del adsorbente:** evalúa si se realizó análisis al adsorbente (DRX, FTIR, entre otros)

Las Tablas 9 y la Tabla 10 se observa las condiciones operacionales para la remoción de plomo y zinc en un medio acuoso, mediante el uso de la zeolita. Las investigaciones incluidas en la revisión sistemática, de acuerdo con cada investigador, tenían la finalidad de evaluar la eficiencia de la zeolita de forma natural o sintética, en la remoción de plomo y zinc.

Diversos autores manifestaron la importancia de las condiciones operacionales (pH, dosis del adsorbente y tiempo de contacto) dentro de su investigación, tomando en cuenta las concentraciones iniciales del adsorbente para poder evaluar el porcentaje de remoción. Las 30 investigaciones seleccionadas contienen, entre sus datos más importantes a la concentración inicial del contaminante y el porcentaje de remoción.

Respecto a la eficiencia de remoción de la zeolita, se pudo evidenciar la alta capacidad de dicho mineral para remover metales en medio acuoso teniendo una afinidad por el plomo.

Tabla 9. Condiciones operacionales del proceso de adsorción de plomo (Pb)

Tipo de Zeolita	Concentración de Plomo	Condiciones operacionales				Capacidad de Adsorción	Porcentaje de remoción de Plomo (%)	Referencia
	C _i	Concentración de la zeolita (g/L)	pH	Tiempo de contacto (min)	Temperatura			
Clinoptilolita	2.11mg/L	10g/L	—	—	25 °C	—	98,8%	Aghel et al., 2019
Faujasita	40 mg/L	2,5 g/L	7,3	60 min	25 °C	25.88 mg/g	99,6%	Xing et al., 2018
Clinoptilolita	50 mg/L	2gr en 0,11 L	—	60 min	25 °C	2,69 mg/g	99%	Gorimbo et al., 2018
Clinoptilolita	0.4 mg/L	0,2g en 0,1L	5	60 min	25 °C	0.182 a 0.189 mg/g	97%	Akhigbe et al., 2014
Zeolita Natural	100 mg/L	0,2g en 0,025L	5,5	40 min	25 °C	75,6 mg/g	100%	Merrikhpour y Jalali, 2013
Zeolita Natural	80 mg/L	3g en 0,03L	3	30 min	—	28,3 mg/g	99%	Jeon et al., 2012
ZIF-67	200 mg/L	0.1g/L	5.2	30 min	24.85 °C	1348.42 mg / g	100%	Huang et.al., 2018
Cliptonita	10 mg/L	0.0005g en 0.5L	5	20min	22.85 °C	58,46 mg/g	98%	Hee, Seng y Hyu, 2016
Estilbita	13 mg/L	0.7g/L	6	120 min	24.85 °C	-----	93.89 %	Chen et. Al., 2015

Zeolita	75 30mg/L	8 g/L	-----	240 min	-----	0,782 mg / g	94,53%	Sri Hartini et al 2020
Zeolita	200 mg/L	0.1g/L	7	-----	25 °C	482.1 mg/g	100 %	Bu et. al., 2020
Clinoptilolita	20 mg/L	2 g/L	4	-----	20°C	84,00 mg / g	84%	Yuan et. al., 2018
Zeolita natural	100 mg / L	10 g/L	5	60 min	19.85 °C	16.81 mg / g	92 %	Karatas, 2011
Zeolita tipo A	20 mg / L	0.4 g/L	7.5	30 min	25 °C	-----	99 %	Jamil, 2010
Cliptonita	20 mg/L	0.0005 g/L	7	24 h	30 °C	1,01 a 1,10 mg / g	95%	Motsa et. al., 2011
Zeolita LCZ y HCZ	100 mg/L	1 g/L	6	100 min	25 °C	186,22 a 191,94	100%	Ji et al., 2017
Phillipsita	1,18 mg/L	0.5g en 0,1L	5	24 horas	25 °C	-----	95%	Al Dwairi et al., 2013
ZCET40	1000mg/l	0.2g en 0,05L	9,5	90 min	22 °C	---	100 %	Visa, 2016
Zeolita clase F	100 mg / l	0.3 g/L	7	45min	-----	34.96 mg/	79.77%	Hamadi y Nabih, 2018

Tabla 10. Condiciones operacionales del proceso de adsorción de zinc (Zn)

N°	Tipo de Zeolita	Concentración de Zn	Condiciones operacionales				Capacidad de Adsorción	Porcentaje de remoción de Plomo (%)	Referencia
		C _i (mg/L)	Concentración de la zeolita (g/L)	pH	Tiempo de contacto (min)	Temperatura			
1	Cliptonita	567,65 mg / L	10 g/L	7	240 min	22°C	35.09 mg / g	99.65%	Hawash et. al., 2018
2	Clinoptilolita	10 mg/L	10 g/L	4.5	60 min	25°C	—	100%	Galletti et al., 2019
3	Zeolita	200mg/l	0.125g en 0.05L	-----	240 min	30 °C	90,0901 mg/g	92.15%	Paramitha et. al., 2019
4	Zeolita clase F	100 mg / l	0.3g en 0,1L	7	45 min	—	34.24 mg / g	85.7%	Hamadi y Nabih, 2018
5	Zeolitas NaX	100 mg / l	—	6	120 min	25 °C	—	70.4%	Nibou et. al., 2010
6	Zeolita 3A	200mg/l	—		60 min	20 °C	—	60 %	Gworek, Kondzielski y Kozera, 2020
7	Modernita	50 mg/L	—	6	120 min	25 °C	—	70.91 %	Obaid et. al., 2018
8	ZCET40	260mg/l	0.2g en 0,05L	8	90 min	22 °C	-----	80 %	Visa, 2016
9	Esmeclita tunecina	20 mg/L	-----	6	60 min	28.5 °C	29.75 mg/g	62.50%	Eloussaief et. al., 2012

10	Zeolita-X	500mg/l	0.02g en 0,01L	6	-----	24 °C	195.82 MG/G	78.33%	Rahman et. al., 2012
11	Zeolita tipo Beta	100mg/L	100mg en 0,06L	5.5	120 minutos	25°C	88.3 mg/g	65%	França et al., 2017
12	Leonardita y Clinoptilolita	100 mg/L	0.1g en 100 ml	6	120 minutos	25°C	454.55 mg/g	99%	Zenguin, 2012
13	Zeolita Natural	0.0338 mg/L	10g en 0.1 L	4.2	60 minutos	25°C	—	74%	Kragovic et al., 2018
14	Clinoptilolita	1000 mg/L	1gr en 0,065L	5	360 minutos	25°C	—	75%	Oter y Akcay et al., 2010
15	Clinoptilolita	0.4 mg/L	0,2 g en 0,1L	5	60 min	25 °C	0.182 a 0.189 mg/g	99%	Ouki et al., 2014

Metaanálisis

Para el metaanálisis, las investigaciones incluidas fueron trabajadas por separado para cada metal, es decir se hizo dos metaanálisis de los 34 estudios incluidos, un metaanálisis para 19 estudios asociados a la remoción de plomo y otro metaanálisis para 15 estudios asociados a la remoción de zinc.

En la Figura 4 se muestra las 19 investigaciones incluidas sobre la remoción de plomo en aguas contaminadas, las cuales fueron procesadas en el software RevMan versión 5.4.1. Los autores de las investigaciones incluidas evalúan la remoción de plomo en función de la concentración inicial y final, los cuales contribuyen a la valoración del porcentaje de remoción de plomo, dichas concentraciones fueron ingresadas al programa para compararlas. Las concentraciones finales muestran valores menores respecto a las concentraciones iniciales, lo que evidencia un alto grado de remoción, por lo que se puede decir que el uso de las zeolitas es eficiente para la remoción de plomo. Asimismo, se puede interpretar que existe una relación inversamente proporcional entre las concentraciones finales de plomo y los porcentajes de remoción.

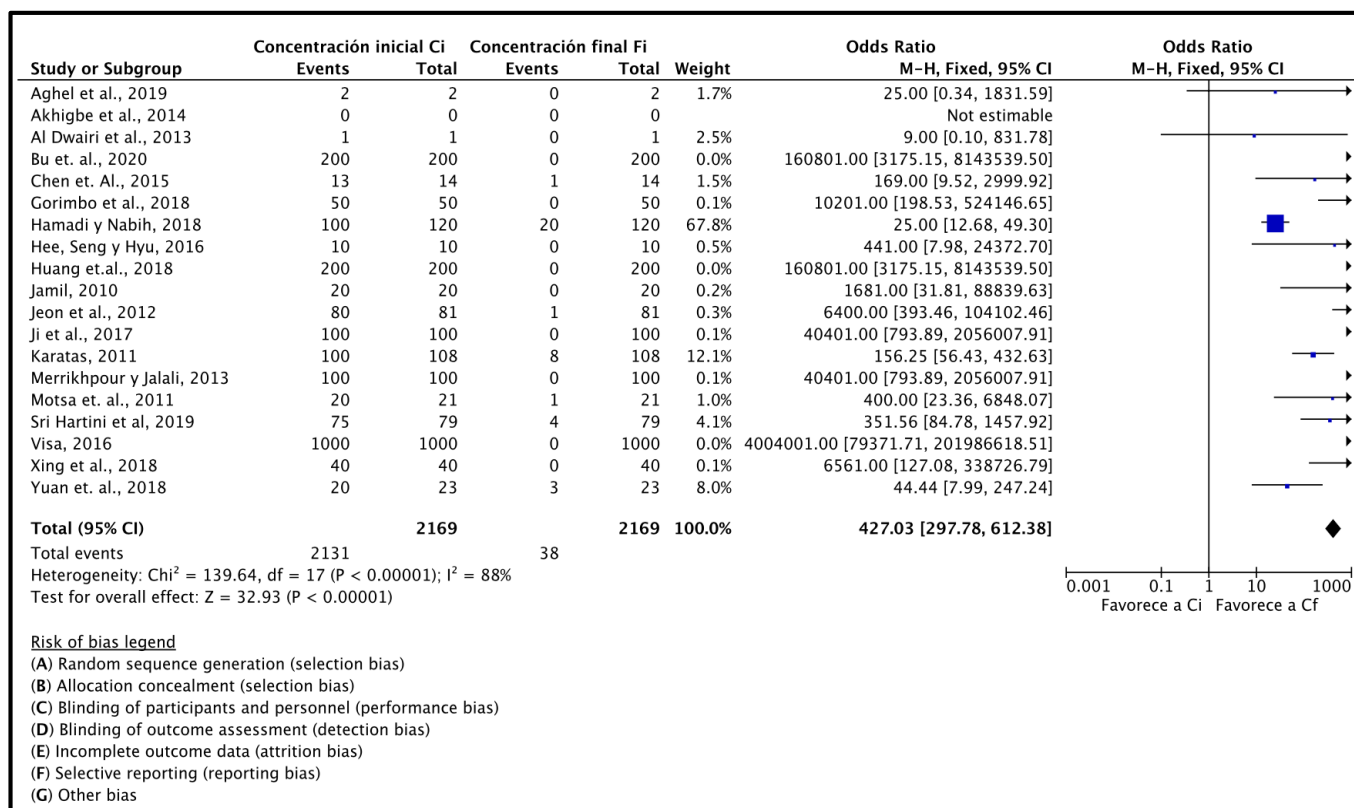


Figura 5. Metaanálisis de las concentraciones iniciales y finales de los estudios incluidos para la remoción de plomo (Pb)

Para realizar una adecuada interpretación de la Razón de momio que evalúa el efecto del tratamiento (protección o riesgo) en una población. Para ello utiliza los siguientes intervalos:

Odds < 1: El tratamiento disminuye el porcentaje de remoción

Odds > 1: El tratamiento incrementa el porcentaje de remoción

Odds = 1: El tratamiento no presenta ninguna variación

La razón de momio (Odds Ratio) presentó un valor de 629.21, por ello se infiere que existe un alto porcentaje de adsorción del plomo mediante el uso de zeolita en las aguas contaminadas. La concentración final es favorecida con la medida Odds Ratio a diferencia de la concentración inicial. Las investigaciones incluidas demostraron una heterogeneidad significativa ($I^2 = 88\%$; $p < 0,00001$), lo que representa que los resultados de las investigaciones y los efectos son heterogéneos.

Asimismo, en los valores de peso (weight) de las investigaciones incluidas respecto a la adsorción de plomo, se observó que el estudio de Hamadi y Nabih (2018) tiene un peso significativo de 67,8% a comparación con los demás estudios.

En la Figura 5 se muestra las 15 investigaciones incluidas sobre la remoción de zinc en aguas contaminadas, los estudios evalúan la remoción de zinc en función de las concentración inicial y final. Las concentraciones contribuyen a la valoración del porcentaje de remoción de zinc, dichas concentraciones fueron ingresadas al programa para compararlas. Las concentraciones finales muestran valores menores respecto a las concentraciones iniciales, lo que evidencia un alto grado de remoción, por lo que se puede decir que el uso de las zeolitas es eficiente para la remoción de zinc. Asimismo, se puede interpretar que existe una relación inversamente proporcional entre las concentraciones finales de zinc y los porcentajes de remoción

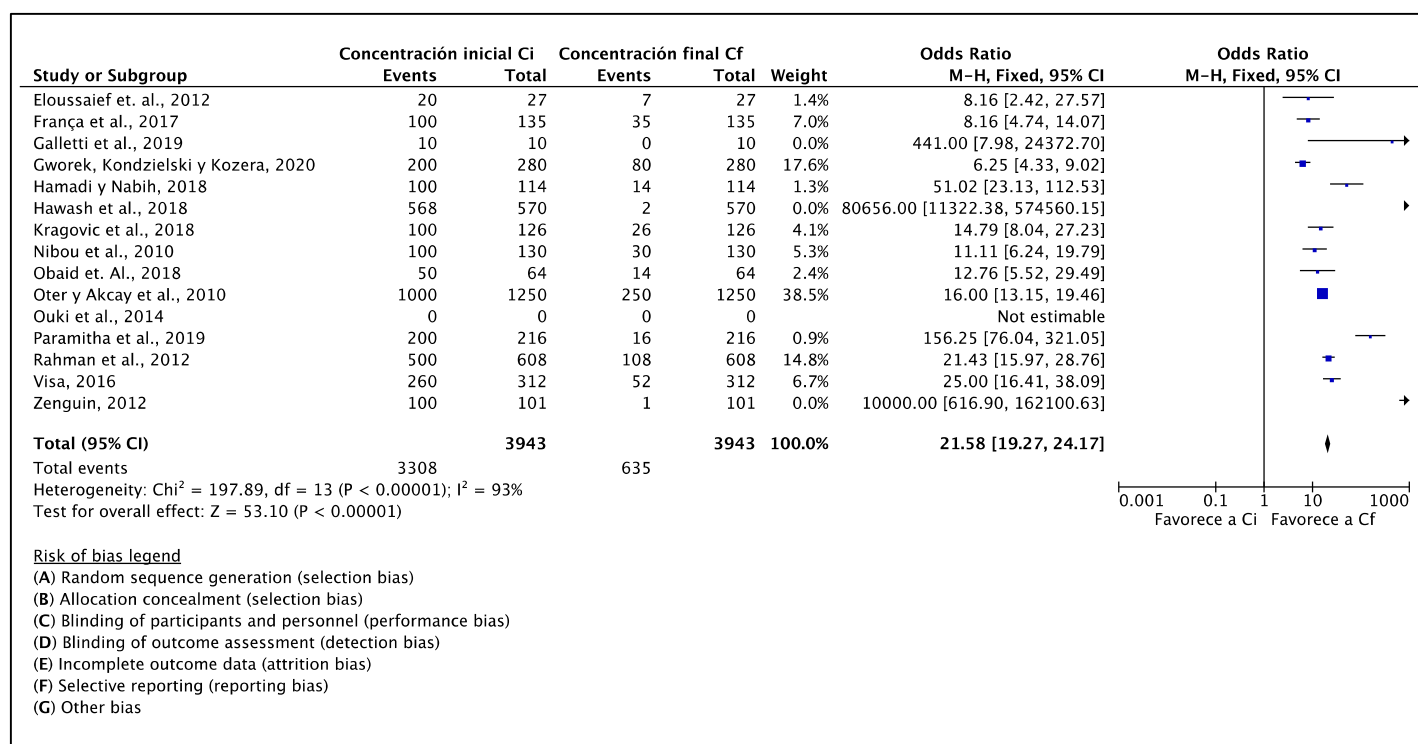


Figura 6. Metaanálisis de las concentraciones iniciales y finales de los estudios incluidos para la remoción de zinc (Zn)

Para realizar una adecuada interpretación de la Razón de momio, la cual evalúa el efecto del tratamiento (protección o riesgo) en una población. Para ello utiliza los siguientes intervalos:

Odds < 1: El tratamiento disminuye el porcentaje de remoción

Odds > 1: El tratamiento incrementa el porcentaje de remoción

Odds = 1: El tratamiento no presenta ninguna variación

La razón de momio (Odds Ratio) presentó un valor de 21.58, por ello se infiere que existe un el alto porcentaje de adsorción de zinc mediante el uso de zeolita en aguas contaminadas. La concentración final es favorecida con la medida Odss Radio a diferencia de la concentración inicial Las investigaciones incluídas demostraron una heterogeneidad significativa ($I^2 = 93\%$; $p < 0,00001$), lo que representa que los resultados de las investigaciones y los efectos son heterogéneos.

Asimismo, en los valores de peso (weight) de las investigaciones incluídas respecto al la adsorción de zinc, se observó que el estudio de Oter y Akcay (2010) tiene un peso significativo de 38,5% a comparación con los demás estudios.

Interpretación de gráficos de Excel

En la Figura 6 se muestra todas las investigaciones en relación con sus porcentajes de remoción de plomo utilizando la zeolita.

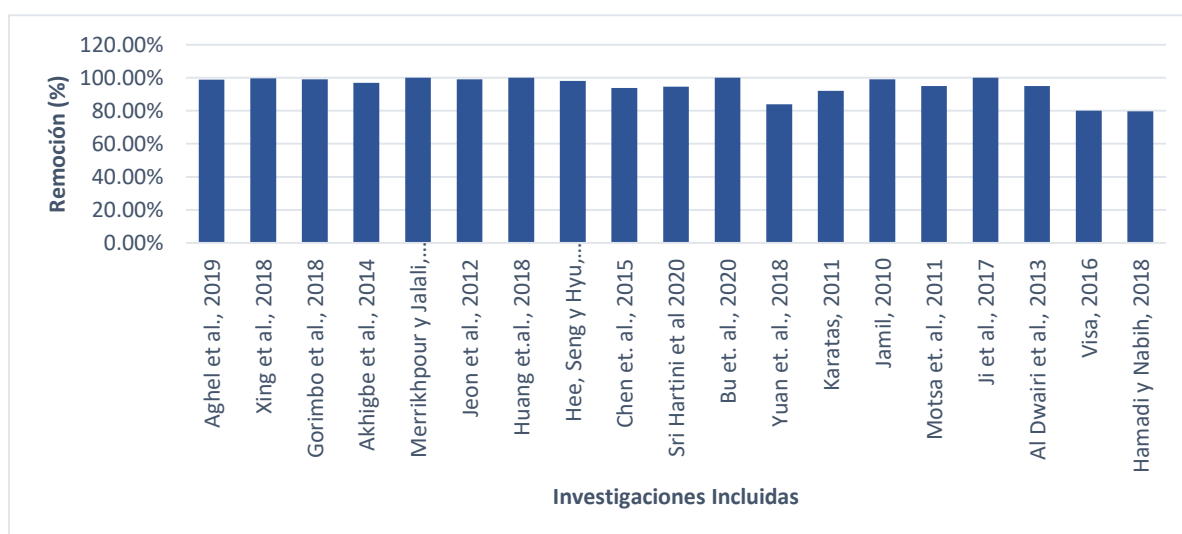


Figura 7. Porcentajes de remoción de plomo (Pb) según los estudios incluídos

A partir de la Figura 6 se observó que en los estudios de Merrikhpour y Jalali, (2013), Huang et al. (2018) y Bu et al. (2020) tuvieron una capacidad de remoción de plomo en soluciones acuosas igual a 100%. La remoción menos eficiente fue de Yuan et al. (2018) con una capacidad de 84%. En las cuatro investigaciones mencionada se usó zeolita modificada.

En la Figura 7 se muestra el porcentaje de remoción del zinc en función a las investigaciones incluidas, utilizando la zeolita.



Figura 8. Porcentajes de remoción de zinc (Zn) según los estudios incluidos

A partir de la Figura 7 se observó que el estudio realizado por Galletti et al. (2019) tienen una capacidad de remoción de zinc en soluciones acuosas igual a 100%. La remoción menos eficiente fue de Gworek y Kondzielski, (2020), con una capacidad de 60 % y Eloussaief et al. (2012) con una capacidad de 62.50 % en la eliminación de zinc.

V. DISCUSIÓN

De los estudios obtenidos se pudo apreciar que la zeolita es eficiente en la remoción de metales como plomo (Pb) y zinc (Zn). Los resultados mostraron que la eficiencia de la zeolita en los estudios incluidos está entre los valores de 70% a 100% respecto al plomo y de 60% a 100% respecto al zinc. En referencia al plomo, la mayor eficiencia de remoción fue conseguida en las investigaciones de Merrikhpour y Jalali (2013), Huang et al. (2018), Bu et al. (2020), Ji, X. D. et al. (2017) y Visa (2016), cuyas concentraciones iniciales de plomo fueron 100 mg/L, 200 mg/L, 200 mg/L, 100 mg/L, y 1000mg/l respectivamente, llegando a un porcentaje de remoción de 100%. A diferencia de los resultados obtenidos por Hawash et al. (2018), cuya concentración inicial fue de 100 mg/l y se redujo hasta 20mg/l con un porcentaje de remoción de 79.77% siendo este el más bajo de los 19 estudios incluidos. En referencia al zinc, la mayor eficiencia de remoción fue de Galletti et al. (2020), cuyo porcentaje de remoción llegó al 100% con una concentración inicial de 10 mg/L y la menor eficiencia de remoción fue de Eloussaief et al. (2012), con una concentración inicial de 20 mg/L que se redujo hasta 7.5 mg/L.

En el estudio realizado por Xing et al. (2018) y Akhigbe et al. (2014) obtuvieron valores de remoción de plomo de 99,6% y 97% respectivamente. Ambos estudios lo realizaron en un tiempo óptimo de 60 minutos, pero en diferentes valores de pH. La reducción del porcentaje de remoción se debe a la diferencia del pH, debido a que Xing et al. (2018) trabajaron con un pH de 7.3 y Akhigbe et al. (2014), con un pH igual a 5. La diferencia entre los porcentajes de remoción es porque el pH domina los comportamientos fisicoquímicos del metal en el proceso de adsorción. Paralelo al estudio de la remoción de metales, Akhigbe et al. (2014) investigó las propiedades de desinfección de la zeolita modificada para eliminar *Escherichia coli* mostrando una alta eficiencia de remoción (100% aprox.), resaltando una doble propiedad de las zeolitas.

En la investigación de Ji et al. (2017) sintetizaron las zeolitas a partir de cenizas volantes con alto y bajo contenido en calcio, removiendo en un 100% el contenido de plomo presente en las aguas contaminadas. De igual forma Visa (2016) sintetizó zeolitas a partir de cenizas volantes obteniendo una remoción de plomo del 100%. Sin embargo, las condiciones operacionales en ambas investigaciones fueron diferentes, Ji et al. (2017) trabajó con un pH óptimo de 6 y un tiempo de contacto de

100 minutos, Visa (2016) trabajó con un pH de 9,5 y un tiempo óptimo de contacto de 90 minutos. A pesar que, ambas zeolitas se obtuvieron de cenizas volantes, las condiciones operacionales de cada investigación intervinieron en los resultados finales sobre la remoción.

Así como las condiciones operacionales son importantes para el proceso de remoción de metales, de igual manera la concentración inicial del contaminante en el medio acuoso es importante en la capacidad de remoción de dichos metales. Karatas (2011), en su estudio trabajó con una concentración inicial de plomo de 100 mg/L, de igual forma, Jamil (2010) y Motsa et al. (2011) trabajaron con una concentración inicial de plomo de 20 mg/L, obteniendo valores de remoción de 92%, 99%, 95% respectivamente. Las investigaciones presentan una gran eficiencia de las zeolitas para remover metales pesados, juntamente con las condiciones operacionales para llegar al equilibrio de adsorción. Las concentraciones iniciales permitieron evaluar la capacidad de adsorción de la zeolita y la concentración del adsorbente.

De igual forma, la zeolita tiene la capacidad de remover el zinc. Hawash et al. (2018), en su investigación utilizaron 10g/L de zeolita para remover el zinc de un medio acuoso, alcanzado un porcentaje de remoción de 99.65% y una capacidad de remoción de 35.09 mg/g. Por otro lado, Paramitha et. al. (2019) utilizaron la zeolita a partir de cenizas volantes de carbón, para la eliminación del zinc, alcanzando un porcentaje de remoción de 92.15 % a condiciones operacionales óptimas, pero cuando su concentración inicial aumenta de 200 a 540.08 mg/L el porcentaje de remoción disminuye puesto que no existe abundantes sitios activos disponibles y la interacción es más difícil. Para cada estudio las zeolitas fueron activadas, lo cual genera una mayor capacidad de remoción del adsorbente. A pesar de que la zeolita tiene afinidades por algunos metales por encima del zinc, la eficiencia de remoción de dicho metal resulta ser positivo al momento de su eliminación del medio acuosos.

En la investigación de Hee, Seng y Hyu (2016) utilizaron la zeolita tipo clinoptilolita modificada con magnesio para remover el plomo en medio acuosos con condiciones óptimas de pH, tiempo y concentración, logrando una remoción del 98%. Por otra parte, en la investigación realizada por Chen et. al. (2016) utilizaron a la zeolita de tipo estilita y activada con hidróxido de sodio, para remover plomo logrando

un porcentaje de remoción superior al 90% a un tiempo óptimo de 120 minutos para llegar a su equilibrio de adsorción.

Ouki et al. (2014) y Oter y Akcay (2007) evaluaron la remoción de zinc utilizando la zeolita del tipo clinoptilolita mostrando una eficiencia del 99%, y 75%, respectivamente obteniendo un porcentaje de remoción más alto. Oter y Akcay (2007) también estudiaron la capacidad de adsorción en soluciones mixtas mostrando que la presencia de múltiples iones no interfiere con la selectividad catiónica de la clinoptilolita natural.

Gworek, Kondzielski y Kozera (2020) y Obaid et. al. (2018) utilizaron la zeolita de tipo modernita, para remover el zinc, ambas investigaciones llegaron al punto de equilibrio mediante el pH, el tiempo, la concentración y la temperatura; el porcentaje de remoción fue de 60 % a 79.91% respectivamente. De diferente manera Zengin (2013) estudió la viabilidad de utilizar dos tipos de zeolitas, la leonardita (L) y clinoptilolita (C) a condiciones óptimas mediante el método de adsorción por lotes, removiendo aproximadamente un 99% de la concentración inicial de zinc, con un pH de 6 y concentración de 0.1 g , logrando la máxima remoción en un tiempo de 2 horas. Asimismo, también estudió el efecto que la temperatura tenía sobre el proceso de adsorción, la adsorción de Zn (II) disminuyó ligeramente con un aumento de temperatura de 25 a 50 ° C. En general la zeolita tipo clinoptilolita es la más usada en los procesos de remoción, además que resulta ser prometedora en tratamiento de aguas, siendo buenas candidatas para la eliminación de iones metálicos y reduciendo los costos.

Sri Hartini et al. (2020) usaron la zeolita natural en la eliminación de iones de plomo logrando un porcentaje de remoción de 94.53% con un tiempo de contacto de 240 minutos. Asimismo, Jeon et al. (2012) y Kragović et al. (2018) evaluaron la remoción de metales pesados en soluciones de aguas contaminadas utilizando zeolitas recubiertas y activada con Fe respectivamente. La zeolita modificada por Fe presentó una remoción de un 74 % en un tiempo de 60 minutos, mientras que la zeolita sintética recubierta de hierro (ICZ) eliminó el 99% de los iones de plomo y otros metales pesados en 30 minutos. La capacidad de adsorción de la zeolita sintética fue más alta que la zeolita natural y en un tiempo menor independiente de las condiciones operacionales. La máxima adsorción de plomo con la ICZ fue porque

el metal forma fácilmente un complejo con el hierro, lo que facilita el proceso de adsorción.

Bu et al. (2020) sintetizaron la zeolita NaY, preparado a partir de ganga de carbón para remover el plomo en un medio acuoso obteniendo una eficiencia de remoción de 100%, e incluso después de cinco ciclos de adsorción y desorción, la zeolita sintetizada tenía una tasa de remoción de 63.71 %. De igual forma, Yuan et. al. (2018) realizaron la remoción de plomo en medio acuoso usando la zeolita magnéticamente modificado logrando una tasa de remoción del 84%. De acuerdo con las dos investigaciones mencionadas, la activación o la síntesis de las zeolitas, muestran una capacidad de adsorción alta en la remoción de iones de metal que a la vez son condicionadas por los parámetros operacionales

En los estudios realizados por Nabih (2018) y Visa (2016) sintetizaron la zeolita para remover zinc y plomo soluciones acuosas, el primero logró una remoción de 70,4% y 79.77% respectivamente, con un tiempo de 45 minutos y una concentración inicial 100mg/L. Por su parte Visa (2016) logró remover el 100% de plomo y el 80% de zinc, en ambos a capacidad de remoción del plomo es más alta que el zinc y esto es a causa de la afinidad que tiene la zeolita por el plomo por encima de otro metal en soluciones acuosas, aunque la capacidad máxima de adsorción puede variar según los diferentes autores y sus diferentes métodos experimentales.

Franca et al. (2017) estudiaron las zeolitas tipo beta (β), ferrierita y zeolitas PREFER parcialmente deslaminada. La β -zeolita mostró mejor rendimiento en la eliminación de iones metálicos que puede atribuirse a su mayor contenido de aluminio, área de superficie y superficie externa, que permite una mayor densidad y disponibilidad de sitios activos de adsorción de iones, el porcentaje de remoción de zinc fue de 65% en condiciones óptimas, las cuales fueron a pH de 5.5, la dosis del adsorbente fue de 0.1 g y el tiempo óptimo de contacto, el parámetro más resaltante es el pH, este es un parámetro importante para evaluar la máxima remoción del zinc.

Por otro lado, Oter y Akcay (2017) estudiaron la eliminación de metales pesados, entre ellos al zinc, en aguas contaminadas usando zeolita de tipo clinoptilolita mostrando un porcentaje de remoción de 75 %, usando 1g del adsorbente a pH 5 y en un tiempo de 6 horas, la investigación también estudio la

capacidad de adsorción en soluciones mixtas mostrando que la presencia de múltiples iones no interfiere con la selectividad catiónica de la clinoptilolita natural.

VI. CONCLUSIONES

La revisión sistemática y el metaanálisis mostraron que las zeolitas son altamente eficientes en la remoción de plomo y zinc de aguas contaminadas. En los estudios incluidos, la zeolita tiene una capacidad de adsorción para el plomo que oscila entre los valores de 79.77% y el 100%, mientras que la capacidad de remoción de zinc supera el 60%. Por otro lado, se evidencia que la zeolita tiene mayor afinidad al plomo, obteniendo mayores porcentajes de remoción a diferencia del zinc. Entre los resultados más relevantes se tiene:

1. Los análisis de los estudios incluidos mostraron que la mayor remoción se alcanzó entre valores de pH de 5 a 7, el tiempo de contacto dónde se obtiene un mejor porcentaje de remoción se encuentra entre 30 y 100 minutos y la concentración del adsorbente depende de la concentración del metal y el tipo de adsorbente, sin embargo, la concentración más frecuente en los estudios es de 2g/L.
2. Se identificaron 34 estudios que hacen uso de la zeolita para la remoción de metales pesados en aguas contaminadas (19 para plomo y 15 para zinc). Las investigaciones fueron desarrolladas en 23 países: Irán, China, Sudáfrica, Inglaterra, Irán, Corea, Indonesia, Turquía, Egipto, Jordania, Rumania, Marruecos, Eslovaquia, Italia, Argelia, Polonia, India, Rumania, Túnez, Brasil, Turquía, Serbia, Inglaterra.
3. Se identificaron 13 tipos de zeolitas entre naturales y modificadas, las que mostraron resultados mas significativos fueron la clinoptilolita, faujasita, estilbita phillipsita y modernita, la remoción obtenida por estas zeolitas supera el 70% para el plomo y zinc. Las zeolitas sintetizadas que lograron mayor eficiencia son aquellas sintetizadas a partir de cenizas volantes.

VII. RECOMENDACIONES

- Realizar investigaciones en medios acuosos que contengan más de un contaminante (metales pesados) para evaluar la afinidad de la zeolita en ciertos contaminantes.
- Comparar la zeolita frente a otros adsorbentes, para conocer la eficiencia y rentabilidad de la zeolita por encima de otros adsorbentes, ya que existen diferentes materiales naturales que se pueden utilizar como adsorbente.
- Realizar investigaciones enfocadas en las sustancias activadoras del adsorbente.

REFERENCIAS

- AKHIGBE, L., OUKI, S., SAROJ, D. y LIM, X.M., Silver-modified clinoptilolite for the removal of Escherichia coli and heavy metals from aqueous solutions. *Environmental Science and Pollution Research*, vol. 21, no. 18, pp. 10940-10948. 2014. ISSN 16147499. DOI 10.1007/s11356-014-2888-6.
- ARMAGAN, B., TURAN, M. y KARADAG, D., Adsorption of Different Reactive Dyes onto Surfactant-Modified Zeolite: Kinetic and Equilibrium Modeling. *Survival and Sustainability*, 2011. DOI 10.1007/978-3-540-95991-5.
- ARROYAVE-MANCO, J.C., ARBOLEDA, J.C., HOYOS-AYALA, D.Á. y ECHAVARRÍA-ISAZA, A.P., LTA and FAU zeolites from coal combustion and residue by-products for Chromium removal application • Zeolitas LTA y FAU obtenidas a partir de cenizas volantes y su aplicación en remoción de Cromo. , vol. 85, no. 204, pp. 150-160. 2018.
- AYORA, C., *Los sistemas terrestres y sus implicaciones medioambientales* [en línea]. Madrid: Ministerio de Educación y Formación Profesional. 2004. ISBN 8436939247. Disponible en: shorturl.at/eftMO.
- BEZERRA, B.G.P., PARODIA, A., DA SILVA, D.R. y PERGHER, S.B.C., Cleaning produced water: A study of cation and anion removal using different adsorbents. *Journal of Environmental Chemical Engineering*, vol. 7, no. 2. 2019. ISSN 22133437. DOI 10.1016/j.jece.2019.103006.
- BOLAÑOS, R. y CALDERÓN, M., Introducción al meta-análisis tradicional. , [sin fecha].
- BU, N., LIU, X., SONG, S., LIU, J., YANG, Q., LI, R. y ZHENG, F., Synthesis of NaY zeolite from coal gangue and its characterization for lead removal from aqueous solution. *Advanced Powder Technology* [en línea], no. xxxx. 2020. ISSN 0921-8831. DOI 10.1016/j.appt.2020.04.035.
- CARRANZA, C.C., Calidad del agua en la cuenca del río Rímac, sector de San Mateo, afectado por las actividades mineras. *Revista del Instituto de Investigación de la Facultad de Ingeniería Geológica, Minera, Metalúrgica y Geográfica*, vol. 13, no. 25, pp. 87-94. 2010. ISSN 1682-3087.
- CASTILLO, M.F., SALAS, E.H. y ALCANTARA, R.B., 2018. Estadísticas Ambientales. [en línea]. Lima.
- CAVIEDES RUBIO, D.I., MUÑOZ CALDERÓN, R.A., PERDOMO GUALTERO, A., RODRÍGUEZ ACOSTA, D. y SANDOVAL ROJAS, I.J., Tratamientos para la Remoción de Metales Pesados Comúnmente Presentes en Aguas Residuales Industriales. Una Revisión. *Ingeniería y Región*, vol. 13, no. 1, pp. 73. 2015. ISSN 1657-6985. DOI 10.25054/22161325.710.
- CEDERSTAV, A. y BARANDIARÁN, A., *La Oroya no espera* . 1. Lima: s.n. 2002. ISBN 9972-792-33-1.
- CHEN, X., CUI, T., ZHAO, S. y DENG, X., Xi Chen 1, Tian-Shun Cui. , vol. 852, pp. 1342-1348. 2016.
- CHEN, Y., HU, W., HUANG, B., WEINDORF, D.C., RAJAN, N., LIU, X. y NIEDERMANN, S., Accumulation and health risk of heavy metals in vegetables from harmless and organic vegetable production systems of China. *Ecotoxicology and*

Environmental Safety, vol. 98, pp. 324-330. 2013. ISSN 01476513. DOI 10.1016/j.ecoenv.2013.09.037.

CHMIELEWSKÁ, E., *Environmental Zeolites and Aqueous Media* [en línea]. Bratislava: Bentham Science Publishers. 2014. ISBN 9781608059331.

CHOI, H.J., YU, S.W. y KIM, K.H., Efficient use of Mg-modified zeolite in the treatment of aqueous solution contaminated with heavy metal toxic ions. *Journal of the Taiwan Institute of Chemical Engineers*, vol. 63, pp. 482-489. 2016. ISSN 18761070. DOI 10.1016/j.jtice.2016.03.005.

CORNELIS, K. y CORNELIUS, H., *Manual de mineralogía* [en línea]. 2. Barcelona: Editorial REBERTE. 1997. ISBN 8429146075.

CORREIA, T.A., CAMPOS, M.L., ALMEIDA, J.A. De, JOSÉ, D. y SOUZA, M.C. De, Zeólitas como materiais alternativos para remoção de Zn²⁺ de soluções aquosas. *Revista de Ciências Agroveterinárias*, vol. 9, no. 2, pp. 187-194. 2010. ISSN 2238-1171.

CURI, A., GRANDA, W.J.V., LIMA, H.M. y SOUSA, W.T., Las zeolitas y su aplicación en la descontaminación de efluentes mineros. *Informacion Tecnológica*, vol. 17, no. 6, pp. 111-118. 2006. ISSN 07168756. DOI 10.4067/s0718-07642006000600017.

DE-LA-VEGA, D.P., GONZÁLEZ, C., ESCALANTE, C.A., GALLEGOS, J., SALAMANCA, M. y MANRIQUE-LOSADA, L., Use of faujasite-type zeolite for ion adsorption in municipal wastewater. *Tecnología y Ciencias del Agua*, vol. 9, no. 4. 2018. ISSN 20072422. DOI 10.24850/j-tyca-2018-04-08.

DE OLIVEIRA, D.F., NERI, J.A.M., DE ALMEIDA RIBEIRO, J.A., DOS SANTOS, F.S. y DE PIETRE, M.K., Synthesis of zeolites with different chemical and textural properties for metal ions removal from aqueous solutions. *Water Science and Technology*, vol. 76, no. 12, pp. 3441-3451. 2017. ISSN 02731223. DOI 10.2166/wst.2017.508.

DÍAZ MARVÁEZ, V.P., 2009. Metodología de la investigación científica y bioestadística: para médicos. .

ELOUSSAIEF, M., HAMZA, W., KALLEL, N. y BENZINA, M., Wastewaters Decontamination : Mechanisms of Pb (II), Zn (II), and Cd (II) Competitive Adsorption on Tunisian Smectite in Single and Multi-Solute Systems. , vol. 00, no. 00, pp. 1-10. 2012. DOI 10.1002/ep.

FANTA, F.T., DUBALE, A.A., BEBIZUH, D.F. y ATLABACHEW, M., Copper doped zeolite composite for antimicrobial activity and heavy metal removal from waste water. *BMC Chemistry* [en línea], vol. 13, no. 1, pp. 1-13. 2019. ISSN 2661-801X. DOI 10.1186/s13065-019-0563-1.

FERNÁNDEZ, A., *Especiación química y física de metales en la materia particulada atmosférica* [en línea]. Sevilla: Universidad de Sevilla. 2001. ISBN 9788447206292.

FERNÁNDEZ, M.R., JUAN, S., ALBORNOZ, C.B., LARSEN, K. y NAJLE, R., Bioaccumulation of heavy metals in *Limnobia laevigata* and *Ludwigia peploides*: their phytoremediation potential in water contaminated with heavy metals. *Environmental Earth Sciences* [en línea], vol. 77, no. 11, pp. 1-8. 2018. ISSN 1866-6299. DOI 10.1007/s12665-018-7566-4.

FERREYRA, A. y LONGHI, A.L. De, 2014. Metodología de la investigación I. *Metodología de la investigación I*. S.I.: Editorial Brujas, pp. 129. ISBN 9789871432486.

FINK, D., CARROL, J. y BEATY, H., *Manual Practico de Electricidad Para Ingenieros* [en línea]. Barcelona: Editorial Reverté. 1981. ISBN 9788429130263.

GALLETTI, C., DOSA, M., RUSSO, N. y FINO, D., Zn²⁺ and Cd²⁺ removal from wastewater using clinoptilolite as adsorbent. *Environmental Science and Pollution Research*, vol. 4. 2020. ISSN 16147499. DOI 10.1007/s11356-020-08483-z.

GISBERT, J. y BONFILL, X., ¿Cómo realizar, evaluar y utilizar revisiones sistemáticas y metaanálisis? *European Journal of Gastroenterology & Hepatolog*, 2004.

GOLOMEOVA MIRJANA, ZENDELSKA AFRODITA, BLAZEY KRSTO, KRSTEV BORIS, GOLOMEOV BLAGOJ, KIIIIIII, L., Removal of Heavy Metals from Aqueous Solution using Clinoptilolite and Stilbite. *International Journal of Engineering Research & Technology*, vol. 3, no. 11. 2014. ISSN 2278-0181. DOI 10.1186/2052-336X-12-7.

GÓMEZ, M.M., 2006. Introducción a la metodología de la investigación científica - Marcelo M. Gómez - Google Libros. .

GORIMBO, J., TAENZANA, B., MULEJA, A.A., KUVAREGA, A.T. y JEWELL, L.L., Adsorption of cadmium, nickel and lead ions: equilibrium, kinetic and selectivity studies on modified clinoptilolites from the USA and RSA. *Environmental Science and Pollution Research*, vol. 25, no. 31, pp. 30962-30978. 2018. ISSN 16147499. DOI 10.1007/s11356-018-2992-0.

GUERRERO, M.S., VÁSQUEZ, A. y RODRÍGUEZ, M., La Zeolita En La Descontaminación De Aguas Residuales. *Universidad, ciencia y Tecnología*, vol. 21, no. 3, pp. 109-117. 2017.

GWOREK, B. y KONDZIELSKI, I., The Simultaneous Removal of Zinc and Cadmium from Multicomponent Aqueous Solutions by Their Sorption onto Selected Natural and Synthetic Zeolites. , vol. dimi. 2020.

HARTINI, S., PIO, C., MATER, S., ING, S., HARTINI, S., LAKAHINA, O. y KRISTIJANTO, A.I., Efectividad de los adsorbentes naturales para reducir el contenido de Cu y Pb del tratamiento de aguas residuales del laboratorio de química Efectividad de los adsorbentes naturales para reducir el contenido de Cu y Pb del tratamiento de aguas residuales . , 2020.

HAWASH, H.B.I., CHMIELEWSKA, E., NETRIOVÁ, Z., MAJZLAN, J., PÁLKOVÁ, H., HUDEC, P. y SOKOLÍK, R., Innovative comparable study for application of iron oxyhydroxide and manganese dioxide modified clinoptilolite in removal of Zn(II) from aqueous medium. *Journal of Environmental Chemical Engineering* [en línea], vol. 6, no. 5, pp. 6489-6503. 2018. ISSN 22133437. DOI 10.1016/j.jece.2018.09.024.

HE, K., CHEN, Y., TANG, Z. y HU, Y., Removal of heavy metal ions from aqueous solution by zeolite synthesized from fly ash. , pp. 2778-2788. 2016. DOI 10.1007/s11356-015-5422-6.

HERNÁNDEZ SAMPIERI, R., FERNÁNDEZ COLLADO, C. y BAPTISTA LUCIO, M. del P., *METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN*. 6. México: s.n. 2014. ISBN 9781456223960.

HIGGINS, G.S., 2011. Manual Cochrane de Revisiones Sistemáticas de Intervenciones, versión 5.1.0. . Barcelona:

HUANG, Y., ZENG, X., GUO, L., LAN, J., ZHANG, L. y CAO, D., Heavy metal ion

removal of wastewater by zeolite-imidazolate frameworks. *Separation and Purification Technology*, vol. 194, pp. 462-469. 2018. ISSN 18733794. DOI 10.1016/j.seppur.2017.11.068.

INAMUDDIN, A., *Applications of Adsorption and Ion Exchange Chromatography in Waste Water Treatment* [en línea]. S.l.: Materials Research Forum LLC. 2017. ISBN 9781945291333.

JAMIL, T.S., IBRAHIM, H.S. y EL-MAKSoud, I.H.A., Application of zeolite prepared from Egyptian kaolin for removal of heavy metals: I . Optimum conditions. *DES* [en línea], vol. 258, no. 1-3, pp. 34-40. 2010. ISSN 0011-9164. DOI 10.1016/j.desal.2010.03.052.

JARA, E., GÓMEZ, J., MONTOYA, H., SANCHEZ, T., TAPIA, L., CANO, N. y DEXTRE, A., Acumulación de metales pesados en *Calamagrostis rigida* (Kunth) Trin . ex Steud . (Poaceae) y *Myriophyllum quitense* Kunth (Haloragaceae) evaluadas en cuatro humedales altoandinos del Perú Accumulation of heavy metals in *Calamagrostis rigida* quitense. , vol. 24, no. 2, pp. 583-598. 2017.

JEON, C.S., PARK, S.W., BAEK, K., YANG, J.S. y PARK, J.G., Application of iron-coated zeolites (ICZ) for mine drainage treatment. *Korean Journal of Chemical Engineering*, vol. 29, no. 9, pp. 1171-1177. 2012. ISSN 02561115. DOI 10.1007/s11814-012-0013-4.

Jl, X D, MA, Y.Y., PENG, S.H., GONG, Y.Y. y ZHANG, F., Pb 2 þ by zeolites synthesized from low-calcium and high-calcium fl y ash. , pp. 2106-2120. 2017. DOI 10.2166/wst.2017.361.

Jl, X. D., MA, Y.Y., PENG, S.H., GONG, Y.Y. y ZHANG, F., Simultaneous removal of aqueous Zn²⁺, Cu²⁺, Cd²⁺, and Pb²⁺ by zeolites synthesized from low-calcium and high-calcium fly ash. *Water Science and Technology*, vol. 76, no. 8, pp. 2106-2119. 2017. ISSN 02731223. DOI 10.2166/wst.2017.361.

JUAREZ, H., Contaminación del Río Rímac por metales pesados y efecto en la agricultura en el Cono Este de Lima Metropolitana Ing . Henry Juárez , MSc Agradecimientos : , 2012.

KARATAS, M., Removal of Pb (II) from water by natural zeolitic tuff: Kinetics and thermodynamics. *Journal of Hazardous Materials* [en línea], vol. 199-200, pp. 383-389. 2012. ISSN 0304-3894. DOI 10.1016/j.jhazmat.2011.11.035.

KARGE, H.G. y WEITKAMP, J., *Adsorption and Diffusion* [en línea]. S.l.: Springer. 2008. ISBN 9783540739661.

KLASSEN, T., JADAD, A. y MOHER, D., Guides for reading and interpreting systematic reviews: I. Getting started - PubMed. *Arch Pediatr Adolesc Med*, pp. 700-704. 1998.

KOVACOVA, Z. y BALINTOVA, M., USING OF NATURAL ZEOLITES MODIFICATION TO HEAVY METALS. , pp. 1027-1035. 2018.

KRAGOVIĆ, M., PAŠALIĆ, S., MARKOVIĆ, M., PETROVIĆ, M., NEDELJKOVIĆ, B., MOMČILOVIĆ, M. y STOJMENOVIĆ, M., Natural and modified zeolite—alginate composites. Application for removal of heavy metal cations from contaminated water solutions. *Minerals*, vol. 8, no. 1. 2018. ISSN 2075163X. DOI 10.3390/min8010011.

LETELIER, L.M., MANRÍQUEZ, J.J. y RADA, G., 2005. *Revisiónes sistemáticas y*

metaanálisis: ¿son la mejor evidencia? 2005. S.l.: Sociedad Médica de Santiago.

LIMLAMTHONG, M. y YIP, A.C.K., Recent advances in zeolite-encapsulated metal catalysts: A suitable catalyst design for catalytic biomass conversion. *Bioresource Technology*, vol. 297, pp. 122488. 2020. ISSN 18732976. DOI 10.1016/j.biortech.2019.122488.

LONDOÑO FRANCO, L.F., LONDOÑO MUÑOZ, P.T. y MUÑOZ GARCIA, F.G., LOS RIESGOS DE LOS METALES PESADOS EN LA SALUD HUMANA Y ANIMAL. *Biotecnología en el Sector Agropecuario y Agroindustrial*, vol. 14, no. 2, pp. 145. 2016. ISSN 1909-9959. DOI 10.18684/bsaa(14)145-153.

MERRIKHPOUR, H. y JALALI, M., Comparative and competitive adsorption of cadmium, copper, nickel, and lead ions by Iranian natural zeolite. *Clean Technologies and Environmental Policy*, vol. 15, no. 2, pp. 303-316. 2013. ISSN 1618954X. DOI 10.1007/s10098-012-0522-1.

MONTALVO, S., HUILIÑIR, C., BORJA, R., SÁNCHEZ, E. y HERRMANN, C., Application of zeolites for biological treatment processes of solid wastes and wastewaters – A review. *Bioresource Technology*, vol. 301, pp. 122808. 2020. ISSN 18732976. DOI 10.1016/j.biortech.2020.122808.

MOTSA, M.M., THWALA, J.M., MSAGATI, T.A.M. y MAMBA, B.B., The potential of melt-mixed polypropylene – zeolite blends in the removal of heavy metals from aqueous media. *Physics and Chemistry of the Earth* [en línea], vol. 36, no. 14-15, pp. 1178-1188. 2011. ISSN 1474-7065. DOI 10.1016/j.pce.2011.07.072.

NABIH, K., Synthesis of Zeolites Materials Using Fly Ash and Oil Shale Ash and Their Applications in Removing Heavy Metals from Aqueous Solutions. , vol. 2018. 2018.

NAMAKFOROOSH, M., 2000. Metodología de la investigación.

NARESH K., M., 2004. Investigación de mercados: un enfoque aplicado.

NIBOU, D., MEKATEL, H., AMOKRANE, S., BARKAT, M. y TRARI, M., Adsorption of Zn²⁺ ions onto NaA and NaX zeolites: Kinetic, equilibrium and thermodynamic studies. *Journal of Hazardous Materials*, vol. 173, no. 1-3, pp. 637-646. 2010. ISSN 03043894. DOI 10.1016/j.jhazmat.2009.08.132.

OBAID, S.S., GAIKWAD, D.K., SAYYED, M.I., AL-RASHDI, K. y PAWAR, P.P., Heavy metal ions removal from waste water by the natural zeolites. *Materials Today: Proceedings* [en línea], vol. 5, no. 9, pp. 17930-17934. 2018. ISSN 22147853. DOI 10.1016/j.matpr.2018.06.122.

OSTROSKI, I.C., DANTAS, J.H., CANAVESI, R.L.S., DA SILVA, E.A., ARROYO, P.A. y DE BARROS, M.A.S.D., Estudo da remoção do íon Fe (II) em colunas de leito fixo, utilizando-se a zeólita NaY. *Acta Scientiarum - Technology*, vol. 33, no. 3, pp. 305-312. 2011. ISSN 18062563. DOI 10.4025/actascitechnol.v33i3.8408.

OTER, O. y AKCAY, H., Use of Natural Clinoptilolite to Improve Water Quality: Sorption and Selectivity Studies of Lead(II), Copper(II), Zinc(II), and Nickel(II). *Water Environment Research*, vol. 79, no. 3, pp. 329-335. 2007. ISSN 1061-4303. DOI 10.2175/106143006x111880.

PARAMITHA, T., WULANDARI, W., RIZKIANA, J. y SASONGKO, D., Performance Evaluation of Coal Fly Ash Based Zeolite A for Heavy Metal Ions Adsorption of

Wastewater. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, vol. 543, no. 1. 2019. ISSN 1757899X. DOI 10.1088/1757-899X/543/1/012095.

PETTICREW, M. y ROBERTS, H., *Systematic Reviews in the Social Sciences: A Practical Guide*. 1. S.l.: s.n. 2006.

QUINTANA, J.H., APARICIO, A.P., PARRA, L.K., HENAO, J.A. y RÍOS, C.A., Estudio de Parámetros de Síntesis de las estructuras zeolíticas Linde Tipo A (LTA) y Faujasita (FAU) X a partir de aluminio post-consumo y diatomita, para la remoción de metales pesados. *Revista de la Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales*, vol. 38, no. 0, pp. 167. 2014. ISSN 0370-3908. DOI 10.18257/raccefyn.162.

RAHIMI, M. y MAHMOUDI, J., Heavy metals removal from aqueous solution by modified natural zeolites using central composite design. *Periodica Polytechnica Chemical Engineering*, vol. 64, no. 1, pp. 106-115. 2020. ISSN 15873765. DOI 10.3311/PPch.13093.

RAHMAN, R.O.A., MOAMEN, O.A.A., HANAFY, M. y MONEM, N.M.A., Preliminary investigation of zinc transport through zeolite-X barrier : Linear isotherm assumption. *Chemical Engineering Journal* [en línea], vol. 185-186, pp. 61-70. 2012. ISSN 1385-8947. DOI 10.1016/j.cej.2012.01.015.

REYES, Y.C., VERGARA, I., TORRES, O.E., DÍAZ, M. y GONZÁLEZ, E.E., CONTAMINACIÓN POR METALES PESADOS: IMPLICACIONES EN SALUD, AMBIENTE Y SEGURIDAD ALIMENTARIA. *Ingeniería Investigación y Desarrollo*, vol. 16, no. 2, pp. 66-77. 2016. ISSN 1900-771X. DOI 10.19053/1900771x.v16.n2.2016.5447.

RODRIGUEZ, J., CERDA, L.M. y BEZOS, R., *Automatismos industriales* [en línea]. 1. Madrid: Ediciones Paraninfo. 2014. ISBN 9788497324830.

RUBIO APARICIO, M., SÁNCHEZ MECA, J., MARÍN MARTÍNEZ, F. y ANTONIO LÓPEZ LÓPEZ, J., Recomendaciones para el Reporte de Revisiones Sistemáticas y Meta-análisis. *ProQuest*, vol. 34, pp. 412-420. 2018. DOI 10.6018/analesps.34.2.320131.

SHAHEEN, S.M., DERBALAH, A.S. y MOGHANM, F.S., Removal of Heavy Metals from Aqueous Solution by Zeolite in Competitive Sorption System. *International Journal of Environmental Science and Development*, no. May 2014, pp. 362-367. 2012. ISSN 20100264. DOI 10.7763/ijesd.2012.v3.248.

SHI, J., YANG, Z., DAI, H., LU, X., PENG, L., TAN, X., SHI, L. y FAHIM, R., Preparation and application of modified zeolites as adsorbents in wastewater treatment. *Water Science and Technology*, vol. 2017, no. 3, pp. 621-635. 2017. ISSN 02731223. DOI 10.2166/wst.2018.249.

SOUZA, L.C. De, RODRIGUES, J.C., CAMPOS, M.L., ANTÔNIO, J., ALMEIDA, D., BERTO, C., MACHADO, F.C. y SPADA, G., Capacidade de remoção do Cd por zeólita natural. *Revista de Ciências Agroveterinárias*, vol. 11, no. 2, pp. 138-145. 2012. ISSN 2238-1171.

TOMIĆ, S., KNEŽEVIĆ, M., RAJIĆ, N. y POVRENOVIĆ, D., Uklanjanje magnezijuma iz izvorske vode pomoću prirodnog zeolita u protočnom sistemu. *Hemijska Industrija*, vol. 68, no. 4, pp. 475-482. 2014. ISSN 0350249X. DOI 10.2298/HEMIND130709073T.

UMAN, L.S., Information management for the busy practitioner: Systematic reviews and meta-analyses. *Journal of the American Academy of Child and Adolescent Psychiatry*, vol. 20, no. 1, pp. 57-59. 2011. ISSN 1719-8429. DOI 10.1016/j.revmed.2014.05.011.

VILLENA, J., Fuentes de agua y contaminación fisicoquímica. *Academia Nacional de Medicina* [en línea], pp. 8. 2006.

VISA, M., *PT* [en línea]. S.l.: Elsevier B.V. 2016a. ISBN 0040729109. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1016/j.powtec.2016.02.019>.

VISA, M., *Synthesis and characterization of new zeolite materials obtained from fly ash for heavy metals removal in advanced wastewater treatment*. S.l.: Elsevier B.V. 2016b. ISBN 0040729109.

WALTER SATIRO JUNIOR, JOSÉ LUIZ VEIRA, J.J.J., Use of zeolite synthesized from coal ash from Santa Catarina for removal of iron, manganese and methylene blue dye in water. *Revista Ambiente e Agua*, vol. 13, no. 4. 2018. ISSN 1980993X. DOI 10.4136/1980-993X.

WANG, H., XU, J. y SHENG, L., Purification mechanism of sewage from constructed wetlands with zeolite substrates: A review. *Journal of Cleaner Production*, vol. 258. 2020. ISSN 09596526. DOI 10.1016/j.jclepro.2020.120760.

XING, P., WANG, C., MA, B. y CHEN, Y., Removal of Pb(II) from aqueous solution using a new zeolite-type absorbent: Potassium ore leaching residue. *Journal of Environmental Chemical Engineering*, vol. 6, no. 6, pp. 7138-7143. 2018. ISSN 22133437. DOI 10.1016/j.jece.2018.11.003.

YUAN, M., XIE, T., YAN, G. y CHEN, Q., *PT*. *Powder Technology* [en línea], no. 2017, pp. #pagerange#. 2018. ISSN 0032-5910. DOI 10.1016/j.powtec.2018.03.043.

YUREKLI, Y., Removal of heavy metals in wastewater by using zeolite nano-particles impregnated polysulfone membranes. *Journal of Hazardous Materials*, vol. 309, pp. 53-64. 2016. ISSN 18733336. DOI 10.1016/j.jhazmat.2016.01.064.

ZENGİN, G., Effective removal of zinc from an aqueous solution using Turkish leonardite-clinoptilolite mixture as a sorbent. *Environmental Earth Sciences*, vol. 70, no. 7, pp. 3031-3041. 2013. ISSN 18666280. DOI 10.1007/s12665-013-2364-5.

ZHANG, Q., LIN, B., HONG, J. y CHANG, C.T., Removal of ammonium and heavy metals by cost-effective zeolite synthesized from waste quartz sand and calcium fluoride sludge. *Water Science and Technology*, vol. 75, no. 3, pp. 587-597. 2017. ISSN 02731223. DOI 10.2166/wst.2016.508.


ANEXOS

Anexo 1: Operacionalización de variables

Remoción de plomo y zinc en aguas contaminadas utilizando la zeolita: Una revisión sistemática y metaanálisis.						
Variables		Definición conceptual	Definición operacional	Dimensiones	Indicadores	Unidades de medida
Variable Independiente	Zeolita sintética y natural	Las zeolitas son clatratos o compuestos de inclusión, capaces de albergar diversas sustancias huésped en su estructura versátil (Chmielewská, 2014).	Los distintos autores de las investigaciones incluidas en el presente estudio de revisión sistemática utilizaron diversas metodologías para evaluar las variables estudiadas, en dónde se determinaban los tipos de zeolitas usados. También, se tomará en cuenta las condiciones operacionales: el pH óptimo, concentración óptima y el tiempo de contacto óptimo.	Tipos de zeolitas	Clinoptilolita, heulandita, estilbita, faujasita, leonardita	-----
				Condiciones operacionales	pH	1-14
					Temperatura	Horas
					Concentración	mg/l
Variable Dependiente	Remoción de metales pesados en aguas contaminadas	Es el acto de remover o disminuir la concentración inicial de metales pesados en un medio. La remoción de metales pesados puede ser influenciada por alguna especie la cual utiliza el método de absorción, acumulación del contaminante a través de la misma. (Prieto, J. 2009).	De acuerdo con las investigaciones incluidas, los autores evaluaron el porcentaje de remoción de plomo y mercurio, de acuerdo con el tipo de remoción, en dónde se midió su concentración antes y después del uso de la zeolita. $\%R = \frac{C_i - C_1}{C_i} \times 100$ Dónde: <i>%R:</i> Porcentaje de remoción <i>C_i:</i> Concentración inicial <i>C₁:</i> Concentración final	Método de remoción	Adsorción, absorción, sorción	-----
				Porcentaje de Remoción	Concentración Inicial	mg/l
					Concentración Final	mg/l

Anexo 2: Instrumentos de recolección de datos

Ficha 1. Calidad metodológica de los estudios incluidos para la remoción de plomo


 UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO		Ficha 1. Calidad metodológica de los estudios incluidos para la remoción de plomo (Pb)				
Título:		Remoción de plomo y zinc en aguas contaminadas utilizando zeolitas: Una revisión sistemática y metaanálisis				
Línea de investigación:		Calidad y Gestión de los Recursos Naturales				
Asesor:		Dr. Castañeda Olivera, Carlos Alberto				
Responsables:		Lale Pérez, Eli Poma Osorio, Meyda María		Fecha:		
Newcastle-Ottawa modificada				Datos Específicos		Referencia
Selección		Resultados				
Representatividad	Exposición	Porcentaje de remoción	Tiempo de contacto	Modificación del adsorbente	Caracterización del adsorbente	


Dr. Ing. Carlos Alberto Castañeda Olivera
 DOCENTE E INVESTIGADOR
 CIP: 130267
 RENACYT: P0078275

Atentamente,

Juan Julio Ordoñez Galvez
 DNI: 08447308


Dr. Eusebio Horacio Acosta Suasnabar
 CIP N° 25450


Dr. Carlos F. Cabrera Carranza
 CIP. 46572

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

I. DATOS GENERALES

- 1.1. Apellidos y Nombres: **Dr. CASTAÑEDA OLIVERA, CARLOS ALBERTO**
- 1.2. Cargo e institución donde labora: **Docente e Investigador/UCV Lima Norte**
- 1.3. Especialidad o línea de investigación: **Calidad y Gestión de los Recursos Naturales**
- 1.4. Nombre del instrumento motivo de evaluación: **Calidad metodológica de los estudios incluidos para la remoción de plomo (Pb)**
- 1.5. Autor(a) de Instrumento: **Lale Pérez, Elí Francisco / Poma Osorio, Meyda María**

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

CRITERIOS	INDICADORES	INACEPTABLE						MÍNIMAMENTE ACEPTABLE			ACEPTABLE			
		40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
1. CLARIDAD	Está formado con lenguaje comprensible.											X		
2. OBJETIVIDAD	Esta adecuado a las leyes y principios científicos.											X		
3. ACTUALIDAD	Esta adecuado a los objetivos y las necesidades reales de la investigación.											X		
4. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica.											X		
5. SUFICIENCIA	Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales.											X		
6. INTENCIONALIDAD	Esta adecuado para valorar las variables de la Hipótesis.											X		
7. CONSISTENCIA	Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos.											X		
8. COHERENCIA	Existe coherencia entre los problemas objetivos, hipótesis, variables e indicadores.											X		
9. METODOLOGÍA	La estrategia responde una metodología y diseño aplicados para lograr aprobar las hipótesis.											X		
10. PERTINENCIA	El instrumento muestra la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación al Método Científico.											X		

III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

- El Instrumento cumple con los Requisitos para su aplicación.
- El Instrumento no cumple con los requisitos para su aplicación.

SI
-

IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN:

90%

Lima, 15 de octubre del 2020


Dr. Ing. Carlos Alberto Castañeda Olivera
 DOCENTE E INVESTIGADOR
 CIP: 130267
 RENACYT: P0078275

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

I. DATOS GENERALES

- 1.1. Apellidos y Nombres: **Dr. ORDOÑEZ GALVEZ, JUAN JULIO**
 1.2. Cargo e institución donde labora: **Docente / UCV Lima Norte**
 1.3. Especialidad o línea de investigación: **Calidad y Gestión de los Recursos Naturales**
 1.4. Nombre del instrumento motivo de evaluación: **Calidad metodológica de los estudios incluidos para la remoción de plomo (Pb)**
 1.5. Autor(a) de Instrumento: **Lale Pérez, Eli Francisco / Poma Osorio, Meyda María**

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

CRITERIOS	INDICADORES	INACEPTABLE						MÍNIMAMENTE ACEPTABLE			ACEPTABLE			
		40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
1. CLARIDAD	Está formado con lenguaje comprensible.											X		
2. OBJETIVIDAD	Esta adecuado a las leyes y principios científicos.											X		
3. ACTUALIDAD	Esta adecuado a los objetivos y las necesidades reales de la investigación.											X		
4. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica.											X		
5. SUFICIENCIA	Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales.											X		
6. INTENCIONALIDAD	Esta adecuado para valorar las variables de la Hipótesis.											X		
7. CONSISTENCIA	Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos.											X		
8. COHERENCIA	Existe coherencia entre los problemas objetivos, hipótesis, variables e indicadores.											X		
9. METODOLOGÍA	La estrategia responde una metodología y diseño aplicados para lograr aprobar las hipótesis.											X		
10. PERTINENCIA	El instrumento muestra la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación al Método Científico.											X		

III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

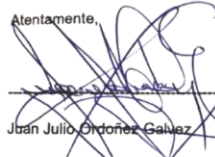
- El Instrumento cumple con los Requisitos para su aplicación.
- El Instrumento no cumple con los requisitos para su aplicación.

SI
-

IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN:

90%

Lima, 15 de octubre del 2020

Atentamente,

 Juan Julio Ordoñez Galvez
 DNI: 08447308

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

I. DATOS GENERALES

- 1.1. Apellidos y Nombres: **Dr. CABRERA CARRANZA, CARLOS FRANCISCO**
- 1.2. Cargo e institución donde labora: **Docente / UCV Lima Norte**
- 1.3. Especialidad o línea de investigación: **Calidad y Gestión de los Recursos Naturales**
- 1.4. Nombre del instrumento motivo de evaluación: **Calidad metodológica de los estudios incluidos para la remoción de plomo (Pb)**
- 1.5. Autor(a) de Instrumento: **Lale Pérez, Elí Francisco / Poma Osorio, Meyda María**

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

CRITERIOS	INDICADORES	INACEPTABLE						MÍNIMAMENTE ACEPTABLE			ACEPTABLE			
		40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
1. CLARIDAD	Está formado con lenguaje comprensible.											X		
2. OBJETIVIDAD	Esta adecuado a las leyes y principios científicos.											X		
3. ACTUALIDAD	Esta adecuado a los objetivos y las necesidades reales de la investigación.											X		
4. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica.											X		
5. SUFICIENCIA	Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales.											X		
6. INTENCIONALIDAD	Esta adecuado para valorar las variables de la Hipótesis.											X		
7. CONSISTENCIA	Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos.											X		
8. COHERENCIA	Existe coherencia entre los problemas objetivos, hipótesis, variables e indicadores.											X		
9. METODOLOGÍA	La estrategia responde una metodología y diseño aplicados para lograr aprobar las hipótesis.											X		
10. PERTINENCIA	El instrumento muestra la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación al Método Científico.											X		

III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

- El Instrumento cumple con los Requisitos para su aplicación.
- El Instrumento no cumple con los requisitos para su aplicación.

SI
-

IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN:

90%

Lima, 15 de octubre del 2020



Dr. Carlos F. Cabrera Carranza
CIP. 46572

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

I. DATOS GENERALES

- 1.1. Apellidos y Nombres: **Dr. ACOSTA SUASNABAR, EUSTERIO HORACIO**
 1.2. Cargo e institución donde labora: **Docente / UCV Lima Norte**
 1.3. Especialidad o línea de investigación: **Calidad y Gestión de los Recursos Naturales**
 1.4. Nombre del instrumento motivo de evaluación: **Calidad metodológica de los estudios incluidos para la remoción de plomo (Pb)**
 1.5. Autor(a) de Instrumento: **Lale Pérez, Eli Francisco / Poma Osorio, Meyda María**

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

CRITERIOS	INDICADORES	INACEPTABLE						MÍNIMAMENTE ACEPTABLE			ACEPTABLE			
		40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
1. CLARIDAD	Está formado con lenguaje comprensible.											X		
2. OBJETIVIDAD	Esta adecuado a las leyes y principios científicos.											X		
3. ACTUALIDAD	Esta adecuado a los objetivos y las necesidades reales de la investigación.											X		
4. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica.											X		
5. SUFICIENCIA	Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales.											X		
6. INTENCIONALIDAD	Esta adecuado para valorar las variables de la Hipótesis.											X		
7. CONSISTENCIA	Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos.											X		
8. COHERENCIA	Existe coherencia entre los problemas objetivos, hipótesis, variables e indicadores.											X		
9. METODOLOGÍA	La estrategia responde una metodología y diseño aplicados para lograr aprobar las hipótesis.											X		
10. PERTINENCIA	El instrumento muestra la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación al Método Científico.											X		

III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

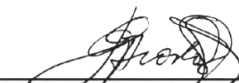
- El Instrumento cumple con los Requisitos para su aplicación.
- El Instrumento no cumple con los requisitos para su aplicación.

SI
-


IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN:

90%

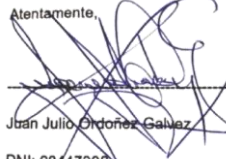
Lima, 15 de octubre del 2020


 Dr. Eustasio Horacio Acosta Suasnabar
 CIP N° 25450

Ficha 2. Calidad metodológica de los estudios incluidos para la remoción de zinc (Zn)

 UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO		Ficha 2. Calidad metodológica de los estudios incluidos para la remoción de zinc (Zn)				
Título:		Remoción de plomo y zinc en aguas contaminadas utilizando zeolitas: Una revisión sistemática y metaanálisis				
Línea de investigación:		Calidad y Gestión de los Recursos Naturales				
Asesor:		Dr. Castañeda Olivera, Carlos Alberto				
Responsables:		Lale Pérez, Eli Poma Osorio, Meyda María			Fecha:	
Newcastle-Ottawa modificada				Datos Específicos		Referencia
Selección		Resultados				
Representatividad	Exposición	Porcentaje de remoción	Tiempo de contacto	Modificación del adsorbente	Caracterización del adsorbente	


Dr. Ing. Carlos Alberto Castañeda Olivera
 DOCENTE E INVESTIGADOR
 CIP: 130267
 RENACYT: P0078275

Atentamente,

Juan Julio Ordoñez Galvez
 DNI: 08447308


Dr. Eusebio Horacio Acosta Suasnabar
 CIP N° 25450


Dr. Carlos F. Cabrera Carranza
 CIP. 46572

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

I. DATOS GENERALES

- 1.1. Apellidos y Nombres: **Dr. CASTAÑEDA OLIVERA, CARLOS ALBERTO**
 1.2. Cargo e institución donde labora: **Docente e Investigador/UCV Lima Norte**
 1.3. Especialidad o línea de investigación: **Calidad y Gestión de los Recursos Naturales**
 1.4. Nombre del instrumento motivo de evaluación: **Calidad metodológica de los estudios incluidos para la remoción de zinc (Zn)**
 1.5. Autor(a) de Instrumento: **Lale Pérez, Elí Francisco / Poma Osorio, Meyda María**

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

CRITERIOS	INDICADORES	INACEPTABLE						MÍNIMAMENTE ACEPTABLE			ACEPTABLE			
		40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
1. CLARIDAD	Está formado con lenguaje comprensible.											X		
2. OBJETIVIDAD	Esta adecuado a las leyes y principios científicos.											X		
3. ACTUALIDAD	Esta adecuado a los objetivos y las necesidades reales de la investigación.											X		
4. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica.											X		
5. SUFICIENCIA	Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales.											X		
6. INTENCIONALIDAD	Esta adecuado para valorar las variables de la Hipótesis.											X		
7. CONSISTENCIA	Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos.											X		
8. COHERENCIA	Existe coherencia entre los problemas objetivos, hipótesis, variables e indicadores.											X		
9. METODOLOGÍA	La estrategia responde una metodología y diseño aplicados para lograr aprobar las hipótesis.											X		
10. PERTINENCIA	El instrumento muestra la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación al Método Científico.											X		

III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

- El Instrumento cumple con los Requisitos para su aplicación.
- El Instrumento no cumple con los requisitos para su aplicación.

SI
-

IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN:

90%

Lima, 15 de octubre del 2020


Dr. Ing. Carlos Alberto Castañeda Olivera
 DOCENTE E INVESTIGADOR
 CIP: 130267
 RENACYT: P0078275

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

I. DATOS GENERALES

- 1.1. Apellidos y Nombres: **Dr. ORDOÑEZ GALVEZ, JUAN JULIO**
 1.2. Cargo e institución donde labora: **Docente / UCV Lima Norte**
 1.3. Especialidad o línea de investigación: **Calidad y Gestión de los Recursos Naturales**
 1.4. Nombre del instrumento motivo de evaluación: **Calidad metodológica de los estudios incluidos para la remoción de zinc (Zn)**
 1.5. Autor(a) de Instrumento: **Lale Pérez, Elí Francisco / Poma Osorio, Meyda María**

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

CRITERIOS	INDICADORES	INACEPTABLE						MÍNIMAMENTE ACEPTABLE			ACEPTABLE			
		40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
1. CLARIDAD	Está formado con lenguaje comprensible.											X		
2. OBJETIVIDAD	Esta adecuado a las leyes y principios científicos.											X		
3. ACTUALIDAD	Esta adecuado a los objetivos y las necesidades reales de la investigación.											X		
4. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica.											X		
5. SUFICIENCIA	Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales.											X		
6. INTENCIONALIDAD	Esta adecuado para valorar las variables de la Hipótesis.											X		
7. CONSISTENCIA	Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos.											X		
8. COHERENCIA	Existe coherencia entre los problemas objetivos, hipótesis, variables e indicadores.											X		
9. METODOLOGÍA	La estrategia responde una metodología y diseño aplicados para lograr aprobar las hipótesis.											X		
10. PERTINENCIA	El instrumento muestra la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación al Método Científico.											X		

III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

- El Instrumento cumple con los Requisitos para su aplicación.
- El Instrumento no cumple con los requisitos para su aplicación.

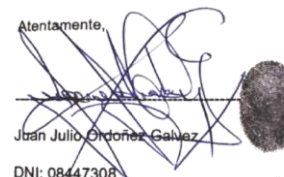
SI
-

IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN:

90%

Lima, 15 de octubre del 2020

Atentamente,



Juan Julio Ordoñez Galvez
 DNI: 08447308

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

I. DATOS GENERALES

- 1.1. Apellidos y Nombres: **Dr. CABRERA CARRANZA, CARLOS FRANCISCO**
 1.2. Cargo e institución donde labora: **Docente / UCV Lima Norte**
 1.3. Especialidad o línea de investigación: **Calidad y Gestión de los Recursos Naturales**
 1.4. Nombre del instrumento motivo de evaluación: **Calidad metodológica de los estudios incluidos para la remoción de zinc (Zn)**
 1.5. Autor(a) de Instrumento: **Lale Pérez, Eli Francisco / Poma Osorio, Meyda María**

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

CRITERIOS	INDICADORES	INACEPTABLE						MÍNIMAMENTE ACEPTABLE			ACEPTABLE			
		40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
1. CLARIDAD	Está formado con lenguaje comprensible.											X		
2. OBJETIVIDAD	Esta adecuado a las leyes y principios científicos.											X		
3. ACTUALIDAD	Esta adecuado a los objetivos y las necesidades reales de la investigación.											X		
4. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica.											X		
5. SUFICIENCIA	Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales.											X		
6. INTENCIONALIDAD	Esta adecuado para valorar las variables de la Hipótesis.											X		
7. CONSISTENCIA	Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos.											X		
8. COHERENCIA	Existe coherencia entre los problemas objetivos, hipótesis, variables e indicadores.											X		
9. METODOLOGÍA	La estrategia responde una metodología y diseño aplicados para lograr aprobar las hipótesis.											X		
10. PERTINENCIA	El instrumento muestra la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación al Método Científico.											X		

III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD


- El Instrumento cumple con los Requisitos para su aplicación.
- El Instrumento no cumple con los requisitos para su aplicación.

SI
-

IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN:

90%

Lima, 15 de octubre del 2020


 Dr. Carlos F. Cabrera Carranza
 CIP. 46572

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

I. DATOS GENERALES

- 1.1. Apellidos y Nombres: **Dr. ACOSTA SUASNABAR, EUSTERIO HORACIO**
 1.2. Cargo e institución donde labora: **Docente / UCV Lima Norte**
 1.3. Especialidad o línea de investigación: **Calidad y Gestión de los Recursos Naturales**
 1.4. Nombre del instrumento motivo de evaluación: **Calidad metodológica de los estudios incluidos para la remoción de zinc (Zn)**
 1.5. Autor(a) de Instrumento: **Lale Pérez, Elí Francisco / Poma Osorio, Meyda María**

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

CRITERIOS	INDICADORES	INACEPTABLE						MÍNIMAMENTE ACEPTABLE			ACEPTABLE			
		40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
1. CLARIDAD	Está formado con lenguaje comprensible.											X		
2. OBJETIVIDAD	Esta adecuado a las leyes y principios científicos.											X		
3. ACTUALIDAD	Esta adecuado a los objetivos y las necesidades reales de la investigación.											X		
4. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica.											X		
5. SUFICIENCIA	Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales.											X		
6. INTENCIONALIDAD	Esta adecuado para valorar las variables de la Hipótesis.											X		
7. CONSISTENCIA	Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos.											X		
8. COHERENCIA	Existe coherencia entre los problemas objetivos, hipótesis, variables e indicadores.											X		
9. METODOLOGÍA	La estrategia responde una metodología y diseño aplicados para lograr aprobar las hipótesis.											X		
10. PERTINENCIA	El instrumento muestra la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación al Método Científico.											X		

III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

- El Instrumento cumple con los Requisitos para su aplicación.
- El Instrumento no cumple con los requisitos para su aplicación.

SI
-


IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN:

90%

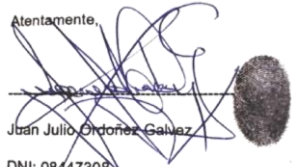
Lima, 15 de octubre del 2020


 Dr. Eustasio Horacio Acosta Suasnabar
 CIP N° 25450


Ficha 3. Características de los estudios incluidos en la revisión para la remoción de plomo (Pb)

 UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO		Ficha 3. Características de los estudios incluidos en la revisión para la remoción de plomo (Pb)			
Título:		Remoción de plomo y zinc en aguas contaminadas utilizando zeolitas: Una revisión sistemática y metaanálisis			
Línea de investigación:		Calidad y Gestión de los Recursos Naturales			
Asesor:		Dr. Castañeda Olivera, Carlos Alberto			
Responsable:		Lale Pérez, Eli Poma Osorio, Meyda María		Fecha:	
Tipo de zeolita	Condiciones Operacionales	Conclusiones	Observaciones	Ámbito Geográfico	Referencia


Dr. Ing. Carlos Alberto Castañeda Olivera
 DOCENTE E INVESTIGADOR
 CIP: 130267
 RENACYT: P0078275

Atentamente,

Juan Julio Ordoñez Galvez
 DNI: 08447308


Dr. Eusebio Horacio Acosta Suasnabar
 CIP N° 25450


Dr. Carlos F. Cabrera Carranza
 CIP. 46572

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

I. DATOS GENERALES

- 1.1. Apellidos y Nombres: **Dr. CASTAÑEDA OLIVERA, CARLOS ALBERTO**
- 1.2. Cargo e institución donde labora: **Docente e Investigador/UCV Lima Norte**
- 1.3. Especialidad o línea de investigación: **Calidad y Gestión de los Recursos Naturales**
- 1.4. Nombre del instrumento motivo de evaluación: **Características de los estudios incluidos en la revisión para la remoción de plomo (Pb)**
- 1.5. Autor(a) de Instrumento: **Lale Pérez, Elí Francisco / Poma Osorio, Meyda María**

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

CRITERIOS	INDICADORES	INACEPTABLE						MÍNIMAMENTE ACEPTABLE			ACEPTABLE			
		40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
1. CLARIDAD	Está formado con lenguaje comprensible.											X		
2. OBJETIVIDAD	Esta adecuado a las leyes y principios científicos.											X		
3. ACTUALIDAD	Esta adecuado a los objetivos y las necesidades reales de la investigación.											X		
4. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica.											X		
5. SUFICIENCIA	Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales.											X		
6. INTENCIONALIDAD	Esta adecuado para valorar las variables de la Hipótesis.											X		
7. CONSISTENCIA	Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos.											X		
8. COHERENCIA	Existe coherencia entre los problemas objetivos, hipótesis, variables e indicadores.											X		
9. METODOLOGÍA	La estrategia responde a una metodología y diseño aplicados para lograr aprobar las hipótesis.											X		
10. PERTINENCIA	El instrumento muestra la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación al Método Científico.											X		

III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

- El Instrumento cumple con los Requisitos para su aplicación.
- El Instrumento no cumple con los requisitos para su aplicación.

SI
-

IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN:

90%

Lima, 15 de octubre del 2020


Dr. Ing. Carlos Alberto Castañeda Olivera
 DOCENTE E INVESTIGADOR
 CIP: 130267
 RENACYT: P0078275

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

I. DATOS GENERALES

- 1.1. Apellidos y Nombres: **Dr. ORDOÑEZ GALVEZ, JUAN JULIO**
- 1.2. Cargo e institución donde labora: **Docente / UCV Lima Norte**
- 1.3. Especialidad o línea de investigación: **Calidad y Gestión de los Recursos Naturales**
- 1.4. Nombre del instrumento motivo de evaluación: **Características de los estudios incluidos en la revisión para la remoción de plomo (Pb)**
- 1.5. Autor(a) de Instrumento: **Lale Pérez, Elí Francisco / Poma Osorio, Meyda María**

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

CRITERIOS	INDICADORES	INACEPTABLE						MÍNIMAMENTE ACEPTABLE			ACEPTABLE			
		40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
1. CLARIDAD	Está formado con lenguaje comprensible.											X		
2. OBJETIVIDAD	Esta adecuado a las leyes y principios científicos.											X		
3. ACTUALIDAD	Esta adecuado a los objetivos y las necesidades reales de la investigación.											X		
4. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica.											X		
5. SUFICIENCIA	Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales.											X		
6. INTENCIONALIDAD	Esta adecuado para valorar las variables de la Hipótesis.											X		
7. CONSISTENCIA	Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos.											X		
8. COHERENCIA	Existe coherencia entre los problemas objetivos, hipótesis, variables e indicadores.											X		
9. METODOLOGÍA	La estrategia responde una metodología y diseño aplicados para lograr aprobar las hipótesis.											X		
10. PERTINENCIA	El instrumento muestra la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación al Método Científico.											X		

III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

- El Instrumento cumple con los Requisitos para su aplicación.
- El Instrumento no cumple con los requisitos para su aplicación.


SI
-

IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN:

90%

Lima, 15 de octubre del 2020

Atentamente,



Juan Julio Ordoñez Galvez
DNI: 08447308

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

I. DATOS GENERALES

- 1.1. Apellidos y Nombres: **Dr. CABRERA CARRANZA, CARLOS FRANCISCO**
 1.2. Cargo e institución donde labora: **Docente / UCV Lima Norte**
 1.3. Especialidad o línea de investigación: **Calidad y Gestión de los Recursos Naturales**
 1.4. Nombre del instrumento motivo de evaluación: **Características de los estudios incluidos en la revisión para la remoción de plomo (Pb)**
 1.5. Autor(a) de Instrumento: **Lale Pérez, Eli Francisco / Poma Osorio, Meyda María**

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

CRITERIOS	INDICADORES	INACEPTABLE						MÍNIMAMENTE ACEPTABLE			ACEPTABLE			
		40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
1. CLARIDAD	Está formado con lenguaje comprensible.											X		
2. OBJETIVIDAD	Esta adecuado a las leyes y principios científicos.											X		
3. ACTUALIDAD	Esta adecuado a los objetivos y las necesidades reales de la investigación.											X		
4. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica.											X		
5. SUFICIENCIA	Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales.											X		
6. INTENCIONALIDAD	Esta adecuado para valorar las variables de la Hipótesis.											X		
7. CONSISTENCIA	Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos.											X		
8. COHERENCIA	Existe coherencia entre los problemas objetivos, hipótesis, variables e indicadores.											X		
9. METODOLOGÍA	La estrategia responde una metodología y diseño aplicados para lograr aprobar las hipótesis.											X		
10. PERTINENCIA	El instrumento muestra la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación al Método Científico.											X		

III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD


- El Instrumento cumple con los Requisitos para su aplicación.
- El Instrumento no cumple con los requisitos para su aplicación.

SI
-

IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN:

90%

Lima, 15 de octubre del 2020


 Dr. Carlos F. Cabrera Carranza
 CIP. 46572

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

I. DATOS GENERALES

- 1.1. Apellidos y Nombres: **Dr. ACOSTA SUASNABAR, EUSTERIO HORACIO**
 1.2. Cargo e institución donde labora: **Docente / UCV Lima Norte**
 1.3. Especialidad o línea de investigación: **Calidad y Gestión de los Recursos Naturales**
 1.4. Nombre del instrumento motivo de evaluación: **Características de los estudios incluidos en la revisión para la remoción de plomo (Pb)**
 1.5. Autor(a) de Instrumento: **Lale Pérez, Eli Francisco / Poma Osorio, Meyda María**

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

CRITERIOS	INDICADORES	INACEPTABLE						MÍNIMAMENTE ACEPTABLE			ACEPTABLE			
		40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
1. CLARIDAD	Está formado con lenguaje comprensible.											X		
2. OBJETIVIDAD	Esta adecuado a las leyes y principios científicos.											X		
3. ACTUALIDAD	Esta adecuado a los objetivos y las necesidades reales de la investigación.											X		
4. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica.											X		
5. SUFICIENCIA	Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales.											X		
6. INTENCIONALIDAD	Esta adecuado para valorar las variables de la Hipótesis.											X		
7. CONSISTENCIA	Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos.											X		
8. COHERENCIA	Existe coherencia entre los problemas objetivos, hipótesis, variables e indicadores.											X		
9. METODOLOGÍA	La estrategia responde una metodología y diseño aplicados para lograr aprobar las hipótesis.											X		
10. PERTINENCIA	El instrumento muestra la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación al Método Científico.											X		

III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

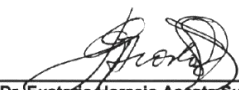
- El Instrumento cumple con los Requisitos para su aplicación.
- El Instrumento no cumple con los requisitos para su aplicación.

SI
-


IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN:

90%

Lima, 15 de octubre del 2020


 Dr. Eustasio Horacio Acosta Suasnabar
 CIP N° 25450

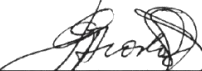
Ficha 4. Características de los estudios incluidos en la revisión para la remoción de zinc (Zn)

 UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO		Ficha 4. Características de los estudios incluidos en la revisión para la remoción de zinc (Zn)			
Título:		Remoción de plomo y zinc en aguas contaminadas utilizando zeolitas: Una revisión sistemática y metaanálisis			
Línea de investigación:		Calidad y Gestión de los Recursos Naturales			
Asesor:		Dr. Castañeda Olivera, Carlos Alberto			
Responsable:		Lale Pérez, Eli Poma Osorio, Meyda María		Fecha:	
Tipo de zeolita	Condiciones Operacionales	Conclusiones	Observaciones	Ámbito Geográfico	Referencia


Dr. Ing. Carlos Alberto Castañeda Olivera
 DOCENTE E INVESTIGADOR
 CIP: 130267
 RENACYT: P0078275

Atentamente,

Juan Julio Ordoñez Galvez
 DNI: 08447308


Dr. Eusebio Horacio Acosta Suasnabar
 CIP N° 25450


Dr. Carlos F. Cabrera Carranza
 CIP. 46572

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

I. DATOS GENERALES

- 1.1. Apellidos y Nombres: **Dr. CASTAÑEDA OLIVERA, CARLOS ALBERTO**
- 1.2. Cargo e institución donde labora: **Docente e Investigador/UCV Lima Norte**
- 1.3. Especialidad o línea de investigación: **Calidad y Gestión de los Recursos Naturales**
- 1.4. Nombre del instrumento motivo de evaluación: **Características de los estudios incluidos en la revisión para la remoción de zinc (Zn)**
- 1.5. Autor(a) de Instrumento: **Lale Pérez, Elí Francisco / Poma Osorio, Meyda María**

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

CRITERIOS	INDICADORES	INACEPTABLE						MÍNIMAMENTE ACEPTABLE			ACEPTABLE			
		40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
1. CLARIDAD	Está formado con lenguaje comprensible.											X		
2. OBJETIVIDAD	Esta adecuado a las leyes y principios científicos.											X		
3. ACTUALIDAD	Esta adecuado a los objetivos y las necesidades reales de la investigación.											X		
4. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica.											X		
5. SUFICIENCIA	Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales.											X		
6. INTENCIONALIDAD	Esta adecuado para valorar las variables de la Hipótesis.											X		
7. CONSISTENCIA	Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos.											X		
8. COHERENCIA	Existe coherencia entre los problemas objetivos, hipótesis, variables e indicadores.											X		
9. METODOLOGÍA	La estrategia responde una metodología y diseño aplicados para lograr aprobar las hipótesis.											X		
10. PERTINENCIA	El instrumento muestra la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación al Método Científico.											X		

III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

- El Instrumento cumple con los Requisitos para su aplicación.
- El Instrumento no cumple con los requisitos para su aplicación.

SI
-

V. PROMEDIO DE VALORACIÓN:

90%

Lima, 15 de octubre del 2020


Dr. Ing. Carlos Alberto Castañeda Olivera
 DOCENTE E INVESTIGADOR
 CIP: 130267
 RENACYT: P0078275

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

I. DATOS GENERALES

- 1.1. Apellidos y Nombres: **Dr. ORDOÑEZ GALVEZ, JUAN JULIO**
 1.2. Cargo e institución donde labora: **Docente / UCV Lima Norte**
 1.3. Especialidad o línea de investigación: **Calidad y Gestión de los Recursos Naturales**
 1.4. Nombre del instrumento motivo de evaluación: **Características de los estudios incluidos en la revisión para la remoción de zinc (Zn)**
 1.5. Autor(a) de Instrumento: **Lale Pérez, Elí Francisco / Poma Osorio, Meyda María**

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

CRITERIOS	INDICADORES	INACEPTABLE						MÍNIMAMENTE ACEPTABLE			ACEPTABLE			
		40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
1. CLARIDAD	Está formado con lenguaje comprensible.											X		
2. OBJETIVIDAD	Esta adecuado a las leyes y principios científicos.											X		
3. ACTUALIDAD	Esta adecuado a los objetivos y las necesidades reales de la investigación.											X		
4. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica.											X		
5. SUFICIENCIA	Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales.											X		
6. INTENCIONALIDAD	Esta adecuado para valorar las variables de la Hipótesis.											X		
7. CONSISTENCIA	Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos.											X		
8. COHERENCIA	Existe coherencia entre los problemas objetivos, hipótesis, variables e indicadores.											X		
9. METODOLOGÍA	La estrategia responde una metodología y diseño aplicados para lograr aprobar las hipótesis.											X		
10. PERTINENCIA	El instrumento muestra la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación al Método Científico.											X		

III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

- El Instrumento cumple con los Requisitos para su aplicación.
- El Instrumento no cumple con los requisitos para su aplicación.


SI
-

V. PROMEDIO DE VALORACIÓN:

90%

Lima, 15 de octubre del 2020

Atentamente,



Juan Julio Ordoñez Galvez
 DNI: 08447308

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

I. DATOS GENERALES

- 1.1. Apellidos y Nombres: **Dr. CABRERA CARRANZA, CARLOS FRANCISCO**
 1.2. Cargo e institución donde labora: **Docente / UCV Lima Norte**
 1.3. Especialidad o línea de investigación: **Calidad y Gestión de los Recursos Naturales**
 1.4. Nombre del instrumento motivo de evaluación: **Características de los estudios incluidos en la revisión para la remoción de zinc (Zn)**
 1.5. Autor(a) de Instrumento: **Lale Pérez, Eli Francisco / Poma Osorio, Meyda María**

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

CRITERIOS	INDICADORES	INACEPTABLE						MÍNIMAMENTE ACEPTABLE			ACEPTABLE			
		40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
1. CLARIDAD	Está formado con lenguaje comprensible.											X		
2. OBJETIVIDAD	Esta adecuado a las leyes y principios científicos.											X		
3. ACTUALIDAD	Esta adecuado a los objetivos y las necesidades reales de la investigación.											X		
4. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica.											X		
5. SUFICIENCIA	Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales.											X		
6. INTENCIONALIDAD	Esta adecuado para valorar las variables de la Hipótesis.											X		
7. CONSISTENCIA	Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos.											X		
8. COHERENCIA	Existe coherencia entre los problemas objetivos, hipótesis, variables e indicadores.											X		
9. METODOLOGÍA	La estrategia responde una metodología y diseño aplicados para lograr aprobar las hipótesis.											X		
10. PERTINENCIA	El instrumento muestra la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación al Método Científico.											X		

III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

- El Instrumento cumple con los Requisitos para su aplicación.
- El Instrumento no cumple con los requisitos para su aplicación.

SI
-

V. PROMEDIO DE VALORACIÓN:

90%

Lima, 15 de octubre del 2020



Dr. Carlos F. Cabrera Carranza
CIP. 46572

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

I. DATOS GENERALES

- 1.1. Apellidos y Nombres: **Dr. ACOSTA SUASNABAR, EUSTERIO HORACIO**
 1.2. Cargo e institución donde labora: **Docente / UCV Lima Norte**
 1.3. Especialidad o línea de investigación: **Calidad y Gestión de los Recursos Naturales**
 1.4. Nombre del instrumento motivo de evaluación: **Características de los estudios incluidos en la revisión para la remoción de zinc (Zn)**
 1.5. Autor(a) de Instrumento: **Lale Pérez, Elí Francisco / Poma Osorio, Meyda María**

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

CRITERIOS	INDICADORES	INACEPTABLE						MÍNIMAMENTE ACEPTABLE			ACEPTABLE			
		40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
1. CLARIDAD	Está formado con lenguaje comprensible.											X		
2. OBJETIVIDAD	Esta adecuado a las leyes y principios científicos.											X		
3. ACTUALIDAD	Esta adecuado a los objetivos y las necesidades reales de la investigación.											X		
4. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica.											X		
5. SUFICIENCIA	Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales.											X		
6. INTENCIONALIDAD	Esta adecuado para valorar las variables de la Hipótesis.											X		
7. CONSISTENCIA	Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos.											X		
8. COHERENCIA	Existe coherencia entre los problemas objetivos, hipótesis, variables e indicadores.											X		
9. METODOLOGÍA	La estrategia responde una metodología y diseño aplicados para lograr aprobar las hipótesis.											X		
10. PERTINENCIA	El instrumento muestra la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación al Método Científico.											X		

III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

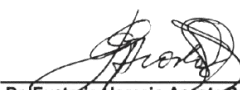
- El Instrumento cumple con los Requisitos para su aplicación.
- El Instrumento no cumple con los requisitos para su aplicación.

SI
-


V. PROMEDIO DE VALORACIÓN:

90%

Lima, 15 de octubre del 2020


 Dr. Eustasio Horacio Acosta Suasnabar
 CIP N° 25450


Ficha 5. Condiciones operacionales del proceso de adsorción de plomo (Pb)


 UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO		Ficha 5. Condiciones operacionales del proceso de adsorción de plomo (Pb)						
Título:		Remoción de plomo y zinc en aguas contaminadas utilizando zeolitas: Una revisión sistemática y metaanálisis						
Línea de investigación:		Calidad y Gestión de los Recursos Naturales						
Asesor:		Dr. Castañeda Olivera, Carlos Alberto						
Responsables:		Lale Pérez, Eli Poma Osorio, Meyda					Fecha:	
Tipo de Zeolita	Concentración de Plomo C_i (mg/L)	Condiciones operacionales				Capacidad de Adsorción	Porcentaje de remoción de Plomo (%)	Referencia
		Concentración de la zeolita (g/L)	pH	Tiempo de contacto (min)	Temperatura			


Dr. Ing. Carlos Alberto Castañeda Olivera
 DOCENTE E INVESTIGADOR
 CIP: 130267
 RENACYT: P0078275

Atentamente,

Juan Julio Ordoñez Galvez
 DNI: 08447308


Dr. Eusebio Horacio Acosta Suasnabar
 CIP N° 25450


Dr. Carlos F. Cabrera Carranza
 CIP. 46572

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

I. DATOS GENERALES

- 1.1. Apellidos y Nombres: **Dr. CASTAÑEDA OLIVERA, CARLOS ALBERTO**
- 1.2. Cargo e institución donde labora: **Docente e Investigador/UCV Lima Norte**
- 1.3. Especialidad o línea de investigación: **Calidad y Gestión de los Recursos Naturales**
- 1.4. Nombre del instrumento motivo de evaluación: **Condiciones operacionales del proceso de adsorción de plomo (Pb)**
- 1.5. Autor(a) de Instrumento: **Lale Pérez, Elí Francisco / Poma Osorio, Meyda María**

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

CRITERIOS	INDICADORES	INACEPTABLE						MÍNIMAMENTE ACEPTABLE			ACEPTABLE			
		40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
1. CLARIDAD	Está formado con lenguaje comprensible.											X		
2. OBJETIVIDAD	Esta adecuado a las leyes y principios científicos.											X		
3. ACTUALIDAD	Esta adecuado a los objetivos y las necesidades reales de la investigación.											X		
4. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica.											X		
5. SUFICIENCIA	Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales.											X		
6. INTENCIONALIDAD	Esta adecuado para valorar las variables de la Hipótesis.											X		
7. CONSISTENCIA	Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos.											X		
8. COHERENCIA	Existe coherencia entre los problemas objetivos, hipótesis, variables e indicadores.											X		
9. METODOLOGÍA	La estrategia responde una metodología y diseño aplicados para lograr aprobar las hipótesis.											X		
10. PERTINENCIA	El instrumento muestra la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación al Método Científico.											X		

III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

- El Instrumento cumple con los Requisitos para su aplicación.
- El Instrumento no cumple con los requisitos para su aplicación.

SI
-

IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN:

90%

Lima, 15 de octubre del 2020


Dr. Ing. Carlos Alberto Castañeda Olivera
 DOCENTE E INVESTIGADOR
 CIP: 130267
 RENACYT: P0078275

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

I. DATOS GENERALES

- 1.1. Apellidos y Nombres: **Dr. ORDOÑEZ GALVEZ, JUAN JULIO**
 1.2. Cargo e institución donde labora: **Docente / UCV Lima Norte**
 1.3. Especialidad o línea de investigación: **Calidad y Gestión de los Recursos Naturales**
 1.4. Nombre del instrumento motivo de evaluación: **Condiciones operacionales del proceso de adsorción de plomo (Pb)**
 1.5. Autor(a) de Instrumento: **Lale Pérez, Eli Francisco / Poma Osorio, Meyda María**

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

CRITERIOS	INDICADORES	INACEPTABLE						MÍNIMAMENTE ACEPTABLE			ACEPTABLE			
		40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
1. CLARIDAD	Está formado con lenguaje comprensible.											X		
2. OBJETIVIDAD	Esta adecuado a las leyes y principios científicos.											X		
3. ACTUALIDAD	Esta adecuado a los objetivos y las necesidades reales de la investigación.											X		
4. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica.											X		
5. SUFICIENCIA	Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales.											X		
6. INTENCIONALIDAD	Esta adecuado para valorar las variables de la Hipótesis.											X		
7. CONSISTENCIA	Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos.											X		
8. COHERENCIA	Existe coherencia entre los problemas objetivos, hipótesis, variables e indicadores.											X		
9. METODOLOGÍA	La estrategia responde una metodología y diseño aplicados para lograr aprobar las hipótesis.											X		
10. PERTINENCIA	El instrumento muestra la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación al Método Científico.											X		

III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

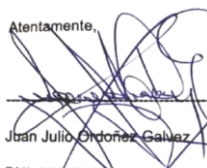
- El Instrumento cumple con los Requisitos para su aplicación.
- El Instrumento no cumple con los requisitos para su aplicación.

SI
-

IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN:

90%

Lima, 15 de octubre del 2020

Atentamente,

 Juan Julio Ordoñez Galvez
 DNI: 08447308

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

I. DATOS GENERALES

- 1.1. Apellidos y Nombres: **Dr. CABRERA CARRANZA, CARLOS FRANCISCO**
 1.2. Cargo e institución donde labora: **Docente / UCV Lima Norte**
 1.3. Especialidad o línea de investigación: **Calidad y Gestión de los Recursos Naturales**
 1.4. Nombre del instrumento motivo de evaluación: **Condiciones operacionales del proceso de adsorción de plomo (Pb)**
 1.5. Autor(a) de Instrumento: **Lale Pérez, Elí Francisco / Poma Osorio, Meyda María**

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

CRITERIOS	INDICADORES	INACEPTABLE						MÍNIMAMENTE ACEPTABLE			ACEPTABLE			
		40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
1. CLARIDAD	Está formado con lenguaje comprensible.											X		
2. OBJETIVIDAD	Esta adecuado a las leyes y principios científicos.											X		
3. ACTUALIDAD	Esta adecuado a los objetivos y las necesidades reales de la investigación.											X		
4. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica.											X		
5. SUFICIENCIA	Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales.											X		
6. INTENCIONALIDAD	Esta adecuado para valorar las variables de la Hipótesis.											X		
7. CONSISTENCIA	Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos.											X		
8. COHERENCIA	Existe coherencia entre los problemas objetivos, hipótesis, variables e indicadores.											X		
9. METODOLOGÍA	La estrategia responde una metodología y diseño aplicados para lograr aprobar las hipótesis.											X		
10. PERTINENCIA	El instrumento muestra la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación al Método Científico.											X		

III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

- El Instrumento cumple con los Requisitos para su aplicación.
- El Instrumento no cumple con los requisitos para su aplicación.

SI
-

IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN:

90%

Lima, 15 de octubre del 2020



Dr. Carlos F. Cabrera Carranza
CIP. 46572

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

I. DATOS GENERALES

- 1.1. Apellidos y Nombres: **Dr. ACOSTA SUASNABAR, EUSTERIO HORACIO**
 1.2. Cargo e institución donde labora: **Docente / UCV Lima Norte**
 1.3. Especialidad o línea de investigación: **Calidad y Gestión de los Recursos Naturales**
 1.4. Nombre del instrumento motivo de evaluación: **Condiciones operacionales del proceso de adsorción de plomo (Pb)**
 1.5. Autor(a) de Instrumento: **Lale Pérez, Eli Francisco / Poma Osorio, Meyda María**

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

CRITERIOS	INDICADORES	INACEPTABLE						MÍNIMAMENTE ACEPTABLE			ACEPTABLE			
		40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
1. CLARIDAD	Está formado con lenguaje comprensible.											X		
2. OBJETIVIDAD	Esta adecuado a las leyes y principios científicos.											X		
3. ACTUALIDAD	Esta adecuado a los objetivos y las necesidades reales de la investigación.											X		
4. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica.											X		
5. SUFICIENCIA	Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales.											X		
6. INTENCIONALIDAD	Esta adecuado para valorar las variables de la Hipótesis.											X		
7. CONSISTENCIA	Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos.											X		
8. COHERENCIA	Existe coherencia entre los problemas objetivos, hipótesis, variables e indicadores.											X		
9. METODOLOGÍA	La estrategia responde una metodología y diseño aplicados para lograr aprobar las hipótesis.											X		
10. PERTINENCIA	El instrumento muestra la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación al Método Científico.											X		

III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD


- El Instrumento cumple con los Requisitos para su aplicación.
- El Instrumento no cumple con los requisitos para su aplicación.

SI
-


IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN:

90%

Lima, 15 de octubre del 2020


 Dr. Eusterio Horacio Acosta Suasnabar
 CIP N° 25450


Ficha 6. Condiciones operacionales del proceso de adsorción de zinc (Zn)

 UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO		Ficha 6. Condiciones operacionales del proceso de adsorción de zinc (Zn)						
Título:		Remoción de plomo y zinc en aguas contaminadas utilizando zeolitas: Una revisión sistemática y metaanálisis						
Línea de investigación:		Calidad y Gestión de los Recursos Naturales						
Asesor:		Dr. Castañeda Olivera, Carlos Alberto						
Responsables:		Lale Pérez, Eli Poma Osorio, Meyda					Fecha:	
Tipo de Zeolita	Concentración de Plomo C_i (mg/L)	Condiciones operacionales				Capacidad de Adsorción	Porcentaje de remoción de Plomo (%)	Referencia
		Concentración de la zeolita (g/L)	pH	Tiempo de contacto (min)	Temperatura			


Dr. Ing. Carlos Alberto Castañeda Olivera
 DOCENTE E INVESTIGADOR
 CIP: 130287
 RENACYT: P0078275

Atentamente,

Juan Julio Odonex Galvez
 DNI: 08447308


Dr. Eusebio Horacio Acosta Suasnabar
 CIP N° 25450


Dr. Carlos F. Cabrera Carranza
 CIP. 46572

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

I. DATOS GENERALES

- a. Apellidos y Nombres: **Dr. CASTAÑEDA OLIVERA, CARLOS ALBERTO**
- b. Cargo e institución donde labora: **Docente e Investigador/UCV Lima Norte**
- c. Especialidad o línea de investigación: **Calidad y Gestión de los Recursos Naturales**
- d. Nombre del instrumento motivo de evaluación: **Condiciones operacionales del proceso de adsorción de zinc (Zn)**
- e. Autor(a) de Instrumento: **Lale Pérez, Elí Francisco / Poma Osorio, Meyda María**

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

CRITERIOS	INDICADORES	INACEPTABLE						MÍNIMAMENTE ACEPTABLE			ACEPTABLE			
		40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
1. CLARIDAD	Está formado con lenguaje comprensible.											X		
2. OBJETIVIDAD	Esta adecuado a las leyes y principios científicos.											X		
3. ACTUALIDAD	Esta adecuado a los objetivos y las necesidades reales de la investigación.											X		
4. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica.											X		
5. SUFICIENCIA	Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales.											X		
6. INTENCIONALIDAD	Esta adecuado para valorar las variables de la Hipótesis.											X		
7. CONSISTENCIA	Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos.											X		
8. COHERENCIA	Existe coherencia entre los problemas objetivos, hipótesis, variables e indicadores.											X		
9. METODOLOGÍA	La estrategia responde una metodología y diseño aplicados para lograr aprobar las hipótesis.											X		
10. PERTINENCIA	El instrumento muestra la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación al Método Científico.											X		

III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

- El Instrumento cumple con los Requisitos para su aplicación.
- El Instrumento no cumple con los requisitos para su aplicación.

SI
-

IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN:

90%

Lima, 15 de octubre del 2020


Dr. Ing. Carlos Alberto Castañeda Olivera
 DOCENTE E INVESTIGADOR
 CIP: 130267
 RENACYT: P0078275

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

1. DATOS GENERALES

- 1.1. Apellidos y Nombres: **Dr. ORDOÑEZ GALVEZ, JUAN JULIO**
 1.2. Cargo e institución donde labora: **Docente / UCV Lima Norte**
 1.3. Especialidad o línea de investigación: **Calidad y Gestión de los Recursos Naturales**
 1.4. Nombre del instrumento motivo de evaluación: **Condiciones operacionales del proceso de adsorción de zinc (Zn)**
 1.5. Autor(a) de Instrumento: **Lale Pérez, Eli Francisco / Poma Osorio, Meyda María**

2. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

CRITERIOS	INDICADORES	INACEPTABLE						MÍNIMAMENTE ACEPTABLE			ACEPTABLE			
		40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
1. CLARIDAD	Está formado con lenguaje comprensible.											X		
2. OBJETIVIDAD	Esta adecuado a las leyes y principios científicos.											X		
3. ACTUALIDAD	Esta adecuado a los objetivos y las necesidades reales de la investigación.											X		
4. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica.											X		
5. SUFICIENCIA	Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales.											X		
6. INTENCIONALIDAD	Esta adecuado para valorar las variables de la Hipótesis.											X		
7. CONSISTENCIA	Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos.											X		
8. COHERENCIA	Existe coherencia entre los problemas objetivos, hipótesis, variables e indicadores.											X		
9. METODOLOGÍA	La estrategia responde una metodología y diseño aplicados para lograr aprobar las hipótesis.											X		
10. PERTINENCIA	El instrumento muestra la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación al Método Científico.											X		

3. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

- El Instrumento cumple con los Requisitos para su aplicación.
- El Instrumento no cumple con los requisitos para su aplicación.

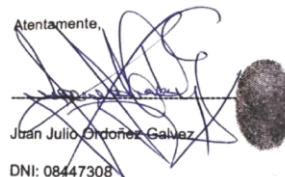
SI
-

4. PROMEDIO DE VALORACIÓN:

90%

Lima, 15 de octubre del 2020

Atentamente,



Juan Julio Ordoñez Galvez
 DNI: 08447308

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

1. DATOS GENERALES

- 1.1. Apellidos y Nombres: **Dr. CABRERA CARRANZA, CARLOS FRANCISCO**
 1.2. Cargo e institución donde labora: **Docente / UCV Lima Norte**
 1.3. Especialidad o línea de investigación: **Calidad y Gestión de los Recursos Naturales**
 1.4. Nombre del instrumento motivo de evaluación: **Condiciones operacionales del proceso de adsorción de zinc (Zn)**
 1.5. Autor(a) de Instrumento: **Lale Pérez, Elí Francisco / Poma Osorio, Meyda María**

2. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

CRITERIOS	INDICADORES	INACEPTABLE						MÍNIMAMENTE ACEPTABLE			ACEPTABLE			
		40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
1. CLARIDAD	Está formado con lenguaje comprensible.											X		
2. OBJETIVIDAD	Esta adecuado a las leyes y principios científicos.											X		
3. ACTUALIDAD	Esta adecuado a los objetivos y las necesidades reales de la investigación.											X		
4. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica.											X		
5. SUFICIENCIA	Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales.											X		
6. INTENCIONALIDAD	Esta adecuado para valorar las variables de la Hipótesis.											X		
7. CONSISTENCIA	Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos.											X		
8. COHERENCIA	Existe coherencia entre los problemas objetivos, hipótesis, variables e indicadores.											X		
9. METODOLOGÍA	La estrategia responde una metodología y diseño aplicados para lograr aprobar las hipótesis.											X		
10. PERTINENCIA	El instrumento muestra la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación al Método Científico.											X		

3. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

- El Instrumento cumple con los Requisitos para su aplicación.
- El Instrumento no cumple con los requisitos para su aplicación.

SI
-

4. PROMEDIO DE VALORACIÓN:

90%

Lima, 15 de octubre del 2020



Dr. Carlos F. Cabrera Carranza
CIP. 46572

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

1. DATOS GENERALES

- 1.1. Apellidos y Nombres: **Dr. ACOSTA SUASNABAR, EUSTERIO HORACIO**
 1.2. Cargo e institución donde labora: **Docente / UCV Lima Norte**
 1.3. Especialidad o línea de investigación: **Calidad y Gestión de los Recursos Naturales**
 1.4. Nombre del instrumento motivo de evaluación: **Condiciones operacionales del proceso de adsorción de zinc (Zn)**
 1.5. Autor(a) de Instrumento: **Lale Pérez, Elí Francisco / Poma Osorio, Meyda María**

2. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

CRITERIOS	INDICADORES	INACEPTABLE						MÍNIMAMENTE ACEPTABLE			ACEPTABLE			
		40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
1. CLARIDAD	Está formado con lenguaje comprensible.											X		
2. OBJETIVIDAD	Esta adecuado a las leyes y principios científicos.											X		
3. ACTUALIDAD	Esta adecuado a los objetivos y las necesidades reales de la investigación.											X		
4. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica.											X		
5. SUFICIENCIA	Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales.											X		
6. INTENCIONALIDAD	Esta adecuado para valorar las variables de la Hipótesis.											X		
7. CONSISTENCIA	Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos.											X		
8. COHERENCIA	Existe coherencia entre los problemas objetivos, hipótesis, variables e indicadores.											X		
9. METODOLOGÍA	La estrategia responde una metodología y diseño aplicados para lograr aprobar las hipótesis.											X		
10. PERTINENCIA	El instrumento muestra la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación al Método Científico.											X		

3. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

- El Instrumento cumple con los Requisitos para su aplicación.
- El Instrumento no cumple con los requisitos para su aplicación.

SI
-

4. PROMEDIO DE VALORACIÓN:

90%

Lima, 15 de octubre del 2020


 Dr. Eustasio Horacio Acosta Suasnabar
 CIP N° 25450